E 8225

INM

Nr. 1/1992

metrologie

serie nouă

SUMMARY

ION FLORIN CREŢU and *ELENA BORDESCU :* Some Metrological Aspects of Automatic Measuring Systems (I) 2

VASILE PETRESCU and *LUCIAN PEIA :* Blood Pressure Measurement Devices : Principles, Methods Metrological Control (I) 4

DAN STOICIU : Calculation of the Maximum Frequency of a Digital Peak Detector 11

INFORMATION
OFFICIAL PART

*** Metrological Technical Norm. NTM 5—06—87, "Metrological Verification of Total Radiation Pyrometers" 20

*** Measuring Means Certified During 1991 . 27

SOMMAIRE

ION FLORIN CREŢUU and *ELENA BORDESCU* : Quelques aspects métrologiques des systèmes automatiques de mesure (I) 2

VASILE PETRSCU and *LUCIAN PEIA* : Appareils pour mesurer la tension artérielle : principes, méthodes contrôle métrologique (I) 4

DAN STOICIU : Calcule de la fréquence maximale d'un détecteur de crête 11

INFORMATIONS
PARTIE OFFICIELE

*** Norme techique de métrologie NTM 5-06-87, „La vérification métrolgique des pyrometres a radiation totale" 20

*** Les moyens de mesure qui ont recu approbation de modele en 1991 (I) 27

REDACŢIA :

INSTITUTUL NAŢIONAL DE METROLOGIE
Şos Vitan-Bîrzeşti nr. 11, tel. 342060/191
344030/191 ; Bucureşti ; 75669

ADMINISTRAŢIA :

DIRECŢIA DE PRESĂ PENTRU PUBLICITATE ŞI TIPĂRITURI

Piaţa Presei Libere nr. 1, sector 1,
Bucureşti, 71 341
Telefon : 177729, 176010 şi 176080.
interior 2086 şi 2483.

ISSN 1220—546 X

Cererile pentru abonamente vor fi adresate redacţiei în contul 309800201 BCR, filiala sector 4.
Costul unui abonament anual este 600 lei.

★

Cititorii din străinătate pot contracta abonamente prin : ILEXIM — Departamentul export-import presă, Bucureşti, str. Decembrie nr. 3 P.O.B. 146—137 Telex 12226

★

Cererile pentru reclame în revistă vor fi înaintate Agenţiei de publicitate a DPPT Calea Victorei 174, cont 645120608 BCR filiala sector 1

METROLOGIE

ORSZÁGOS KÖZPONT MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR 1883

Publicație tehnico-științifică
editată de
INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE
COMISIA NAȚIONALĂ PENTRU STANDARDE, METROLOGIE ȘI CALITATE

SUMAR

ION FLORIN CREȚU și *ELENA BORDESCU* : Unele aspecte ale sistemelor automate de măsurare (I) 2

VASILE PETRESCU și *LUCIAN PEIA* : Aparate de măsurat presiunea arterială : principii, metode, control metrologic (I) 4

DAN STOICIU : Metodă de calcul al frecvenței maxime a detectoarelor de vîrf numerice 11

INFORMAȚII

PARTEA OFICIALĂ

*** Norma tehnică de metrologie NTM 5—06—87, „Verificarea metrologică a pirometrelor de radiație totală" 20

*** Mijloacele de măsurare cărora li sa acordat aprobare de model în anul 1991 (I) 27

***

Colectivul de redacție : fiz. Dragoș Boiciuc, Viorica Burciu, *(secretar de redacție)*, ing. chim. Mirela Buzoianu, ing. Gabriel Iordăchescu, fiz. Gheorghe Ispășoiu, dr. ing. Aurel Millea *(redactor responsabil)*, ing. Ionel Urdea.

Unele aspecte metrologice ale sistemelor automate de măsurare (I)

ION FLORIN CREȚU și ELENA BORDESCU *

Abstract: *A number of metrological aspects are considered as resulted from the analysis activities performed by the authors on a large number of automatic measuring systems. Three examples are discussed illustrating some specific metrological functions of the application software for these systems.*

Résumé: *On présente quelques aspects métrologiques résultant de l'analyse que les auteurs ont réalisé sur un large nombre de systèmes automatiques de mesure. On discute trois exemples qui relèvent des fonctions métrologiques spécifiques des programmes d'application de ces systèmes.*

Sistemele automate de măsurare apărute ca o consecință practică a asocierii dintre tehnica de calcul și tehnica de măsurare au atins performanțe pe cît de spectaculoase, pe atît de neașteptate [1].

Analiza funcționării unui număr mare de sisteme conduce la concluzia că performanțele acestor sisteme (viteza de măsurare, exactitate etc.) au componente mai puțin evidente (mecanismul de testare inițială și curentă a acestor performanțe) [2].

În cele ce urmează ne vom ocupa în mod deosebit de problemele asigurării metrologice, mai întîi prin semnalarea unor situații specifice întîlnite de noi în activitatea de analiză a performanțelor unor sisteme pe o perioadă de cîțiva ani, apoi prin prezentarea unor metode specifice de testare.

1.1 O funcție a unei mașini de măsurat în coordonate

Principial, o mașină de măsurat în coordonate poate fi considerată ca avînd două părți componente:

a. sistem de achiziție

b. program de prelucrare

Sistemul de achiziție depune în memoria microcalculatorului coordonatele unei serii de puncte, iar programul de prelucrare calculează parametrii unei funcții geometrice asociate. Pentru exemplificare să considerăm cazul unui plan, fig. 1. Un plan poate fi definit prin minim trei puncte dar, în cazurile în care se urmărește o exactitate bună, se consideră a fi mai reprezentativ planul mijlociu, obținut prin prelucrarea coordonatelor unui număr mai mare de puncte.

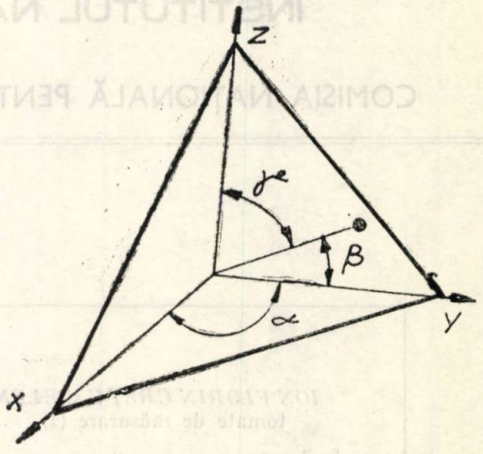


Fig. 1.1 Parametrii unui plan

Problema se pune în felul următor:

Se consideră ecuația planului, de forma:

$$Ax + By + Cz + D = 0$$

Se achiziționează prin palparea suprafeței un număr de puncte de coordonate (x_i, y_i, z_i), $i = 1 \ldots n$. Prin aplicarea metodei celor mai mici pătrate se obține sistemul:

$$A \sum_1^n x_i^2 + B \sum_1^n x_i y_i + C \sum_1^n x_i z_i = \sum_1^n x_i$$

$$A \sum_1^n x_i y_i + B \sum_1^n y_i^2 + C \sum_1^n y_i z_i = \sum_1^n y_i$$

$$A \sum_1^n x_i z_i + B \sum_1^n y_i z_i + C \sum_1^n z_i^2 = \sum_1^n z_i$$

a cărui rezolvare permite să se determine coeficienții A, B, C.

În etapa următoare se poate calcula distanța de la origine la plan

$$D = \frac{1}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}}$$

și cosinușii directori ai normalei la plan, ex

$$\cos \alpha = \frac{A}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}}$$

* Institutul Național de Metrologie, Șos Vitan Bîrzești nr. 11, 75669 București

Algoritmul expus pe scurt mai sus nu pune probleme deosebite unui program de prelucrare.

O primă analiză a semnificației numărului n de puncte achiziționate conduce la concluzia că o valoare mai mare a sa trebuie să conducă la un plan mai reprezentativ pentru suprafața investigată. În acest caz, cît de mare poate fi n?

Căutarea acestui răspuns a oferit o surpriză de proporții și anume că pentru un program scris în simpla precizie cu $n = 8$, la calcularea distanței D se pot produce erori ce depășesc erorile globale ale mașinii [3].

Fără îndoială soluții pentru remedierea situației există, unele chiar simple constînd în trecerea programului în dubla precizie sau altele care necesită algoritmi mai performanți.

O mașină de măsurat în coordonate deține zeci de asemenea funcțiuni care pot fi apelate direct prin tastarea unui nume sau chiar indirect (o funcțiune evoluată poate apela altă funcție mai simplă etc.). Este firesc să ne punem întrebarea : sînt programate și active toate limitările generate de modele sau algoritmi?

Răspunsul la această întrebare nu este ușor de dat. Acesta trebuie să fie rezultatul unor investigări ample și consistente efectuate atît asupra programelor de prelucrare cît și asupra mașinii de ansamblu.

1.2 O eroare ce caracterizează cîntărirea din mers

O instalație destinată cîntăririi din mers (a garniturilor de tren sau mijloacelor de transport auto) este compusă dintr-o platformă sub care se află sistemul traductoarelor, fig. 1.2*a* și dintr-un modul de achiziție și prelucrare în al cărui nucleu se află un microsistem de calcul. Pentru diminuarea erorilor de reproductibilitate, semnalul se secționează și se reține numai partea decupată de o fereastră, fig. 1.2*b*. Problemele care apar în acest caz sînt : cînd trebuie declanșată achiziția și cît de mare trebuie să fie fereastra de semnal?

Soluții unice la aceste probleme fac instalația sensibilă la perturbații ce apar cînd osia se află pe platforma de cîntărire, în timp ce alegerea soluțiilor în funcție de forma efectivă a semnalului necesită viteze mari de achiziție și

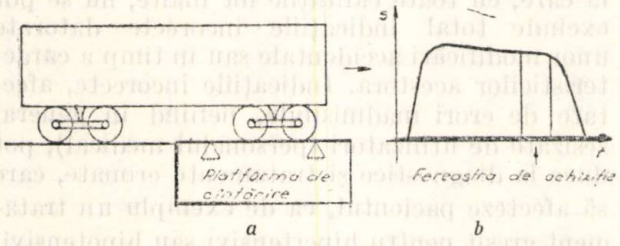


Fig. 1.2 Schema unei instalații pentru cîntărirea din mers *a*. Schema funcțională; *b*. Forma semnalului generat de trecerea vehiculului pe platforma de cîntărire

de calcul. În ambele situații este necesară o semnalizare care să indice utilizatorului cînd informația extrasă din semnal nu se poate încadra în limitele de exactitate ale instalației de cîntărire.

Situațiile practice investigate de noi au arătat că sînt posibile depășiri considerabile ale erorilor tolerate (pînă la dublare) atunci cînd soluția de achiziție și prelucrare nu este adecvată. Partea cea mai delicată a problemei apare cînd aceste erori sînt generate de perturbații (manevre incorecte ale vehiculului, apariția întîmplătoare a unor solicitări transversale, rafale de vînt etc.). Pentru testarea acestor cazuri perturbațiile pot fi cu greu generate. Investigațiile pe ansamblu, deși posibile, sînt deosebit de anevoioase, iar mijloacele materiale implicate sînt costisitoare.

Testarea soluțiilor se recomandă a se efectua prin simulare. Menționăm că nu este necesar să se simuleze ansamblul sistemului ci numai mecanismul de perturbare a semnalului, operațiune cu mult mai simplă.

1.3 Un sistem automat pentru măsurarea debitului de gaz metan

Sistemul automat pentru măsurarea debitului de gaz metan SMD, fig. 1.3 este realizat cu un microsistem de proces ECAROM. Poate avea pînă la patru linii de măsurare a para-

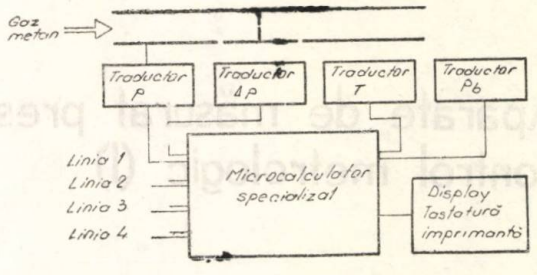


Fig. 1.3 Schema bloc a sistemului SMD pentru măsurarea și integrarea debitului de gaz metan

metrilor necesari pentru calculul debitelor de gaz metan (presiune diferențială, presiune relativă). Pentru toate liniile de măsurare se folosesc aceleași informații despre temperatura și presiunea barometrică.

Prima problemă a unui astfel de sistem est algoritmul de calcul al debitului instantan de gaz. Această problemă a constituit obiect unor preocupări sistematice ale unui grup lucru format din reprezentanții furnizoril consumatorilor de gaz metan, precum și cei ai Institutului Național de Metrolo preocupări care au durat cîțiva ani. Pe b documentației normative (STAS 7347/83 ISO 5168/85) au fost analizate și puse de acc între furnizorii și consumatorii de gaz metan

relaţiile de detaliu pentru calculul debitului de gaz în situaţiile de interes practic.

Detaliile acestor relaţii pot constitui un subiect autonom. Reţinem numai faptul că aceste relaţii sînt cunoscute şi acceptate de ambele părţi interesate în măsurarea debitului de gaz metan (furnizori şi consumatori).

Pentru exemplificare dăm mai jos o formă generală a relaţiei de calcul a debitului

$$Q = f(D, d, \Delta p, p, P_b, T, \rho r, \mu, R_{eD}, Q)$$

unde :

Q	debitul de gaz
D, d	diametrele conductei şi diafragmei
Δp	diferenţa de presiune
p, P_b	presiunea în conductă, respectiv presiunea barometrică
T	temperatura absolută a gazului
ρr	densitatea gazului
μ	vîscozitatea cinematică
R_{eD}	numărul Reynolds
f	funcţia ce exprimă analitic relaţiile dintre mărimile menţionate

După cum se vede, ecuaţia este implicită.

Odată cunoscute relaţiile de calcul, analiza performanţelor sistemului urmează să răspundă la următoarele întrebări :

a. programul de aplicaţie implementează corect aceste relaţii de calcul pe toate intervalele de variaţie a parametrilor ?

b. incertitudinea globală cu care este măsurat debitul pe o linie de măsurare (rezultată din compunerea incertitudinilor traductoarelor, incertitudinilor de conversie ale semnalelor, incertitudinii programului de aplicaţie), se află în limitele acceptate de documentaţia normativă ?

c. care este setul de teste funcţionale care pot fi utilizate pentru a pune în evidenţă funcţionarea corectă a sistemului ?

Prin metode de modelare şi simulare s-a putut determina în raport cu un program „etalon convenţional" că valoarea maximă a incertitudinii programului de aplicaţie nu depăşeşte 0,055%, iar eroarea globală (raportată) la debitul de gaz metan, pe întreg intervalul de variaţie a mărimilor de intrare nu depăşeşte 1%.

Au fost de asemenea, proiectate două teste funcţionale :

1. test de program care preia un set complet de date dintr-o memorie ROM, calculează şi afişează valoarea corespunzătoare de debit. Această valoare este apriori cunoscută.

2. test pentru o linie de măsurare care afişează valorile mărimilor de intrare şi valorile de debit calculate (pe intervalul aplicării testului, integrarea debitului se suspendă sau se face cu ultima valoare de debit măsurată).

Aceste teste se pot apela cînd sistemul este operaţional şi constituie unul din pilonii principali ai încrederii în informaţia de măsurare.

Aparate de măsurat presiunea arterială: principii, metode, control metrologic (I)

VASILE PETRESCU şi LUCIAN PEIA *

Summary : *A general analysis is presented of the main aspects regarding blood pressure measuring instruments, principles, methods and their metrological verification. Particular concern is given to the oscillometric method upon which the new electronic blood pressure instruments are based.*

Résumé : *On présente une analyse générale des aspects liés au mesurage de la pression du sang : principes, méthodes et la vérification métrologique de ces appareils. On insiste sur la méthode oscillométrique, sur la quelle les nouveaux appareils électroniques de pression sanguine sont basés.*

* Institutul Naţional de Metrologie, Şos. Vitan Bîrzeşti 11 75669 Bucureşti

Măsurările şi analizele în medicină sînt ajutoare importante în diagnostic şi terapie. Multe metode de diagnostic şi terapie nu se mai pot baza azi numai pe impresiile senzoriale şi pe experienţa medicilor, nefiind posibile fără măsurări precise. Măsurările se fac însă cu aparate la care, cu toate calităţile lor înalte, nu se pot exclude total indicaţiile incorecte datorate unor modificări accidentale sau în timp a caracteristicilor acestora. Indicaţiile incorecte, afectate de erori inadmisibile, nefiind în general sesizate de utilizatori (personalul medical), pot duce la diagnostice şi tratamente eronate, care să afecteze pacientul, ca de exemplu un tratament greşit pentru hipertensivi sau hipotensivi.

De aici rezultă importanţa controlului iniţial şi periodic al aparatelor de măsurat utili-

zate în domeniul medical, implicit al aparatelor pentru măsurarea presiunii sîngelui, pentru a verifica în principal dacă acestea își mențin caracteristicile metrologice.

Problema a ajuns recent în atenția unor organisme internaționale și naționale de metrologie, care îi consacră o activitate crescîndă [1]. Am considerat util pentru citirorii revistei să analizăm stadiul actual al ei, bazat și pe unele publicații recente în domeniu [2], [3].

1. Scurt istoric

Încă din 1733 reverendul englez *Hales* realizează o primă măsurare invazivă (directă) a presiunii sîngelui, la un cal. La aproximativ 160 de ani, în 1895, italianul *Riva Rocci* folosește o brasardă aplicată în partea superioară a brațului uman, pentru a măsura neinvaziv (indirect) presiunea sîngelui. După numai 9 ani rusul *Korotkoff* descoperă posibilitatea ca sunetele generate în artera brahială în timpul măsurării să fie auzite de medici; primele sunete *Korotkoff*, numite astfel după descoperitorul lor, erau evidențiate cu un stetoscop. La începutul secolului XX *Recklinghausen* stabilește importanța lățimii brasardei, pentru precizia metodei de măsurare, stabilind brasarda standard de 13 cm.

Dacă prin anii '70 ai secolului nostru măsurările (detectarea sunetelor *Korotkoff*) se efectuau exclusiv cu stetoscopul, progresele electronicii se fac simțite și în acest domeniu, procedeele de măsurare automatizîndu-se. Apar aparate cu afișare digitală a presiunii sistolice și a celei diastolice, înglobînd și o pompă electromecanică pentru crearea presiunii în brasardă, posibilitatea de a controla creșterea și descreșterea automată a presiunii din brasardă, posibilitatea înregistrării și monitorizării semnalelor de presiune sau/și a pulsului.

La primele aparate electronice sunetul *Korotkoff* inițial (presiunea sistolică) era captat de un microfon, acordat în gama de frecvențe a sunetelor *Korotkoff* amplificat și indicat de o diodă luminiscentă și de un semnal acustic, care semnalau momentul pentru citirea presiunii pe un manometru aneroid. La același manometru se citea și presiunea finală (diastolică), la încetarea semnalelor optic și acustic. Ulterior aparatele se perfecționează, înregistrarea presiunii sistolice și diastolice efectuîndu-se automat cu ajutorul traductorului de presiune și al unui algoritm de calcul asociat.

Dacă cunoașterea circulației sîngelui în vasele corpului omenesc a fost și este necesară și în cazul măsurării presiunii sîngelui cu metada *Korotkoff* (cu aparatele clasice), în cazul metodei oscilometrice pe care se bazează aparatele electronice pentru măsurarea presiunii sîngelui cunoașterea acesteia în detaliu este esențială, atît pentru construcția aparatului cît și pentru controlul metrologic al acestora.

2. Inima și circulația sîngelui

2.1. *Inima ca pompă*

Inima se poate asimila cu două pompe (fig. 1).

Partea stîngă a inimii este o pompă care preia sîngele oxigenat din plămîni împingîndu-l prin sistemul arterial în mușchi, organe și alte celule.

Partea dreaptă a inimii este o pompă care preia sîngele încărcat cu bioxid de carbon din sistemul venos canalizîndu-l spre plămîni.

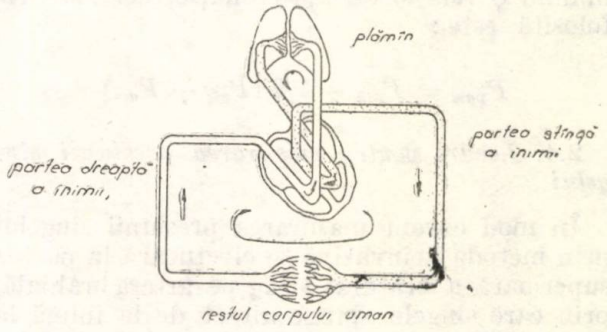


Fig. 1 Circulația sîngelui în corpul uman

2.2. *Circulația sîngelui*

Această circulație a sîngelui, cu rol de întreținere a funcțiilor biologice, se menține constantă de-a lungul arterelor și venelor corpului uman. Sîngele trece din plămîni spre auriculul stîng, aortă și artere, fiind împins spre cele mai mici vase care la nivelul celular sînt arteroidele și capilarele. Prin numeroase vene revine spre inimă de unde este împins la plămîni.

2.3. *Presiunea sîngelui*

Pentru menținerea circulației, sîngele se deplasează cu o anumită presiune (cvasi) statică datorată contracției mușchiului cardiac, elasticității vaselor și rezistenței periferice. La o contracție a mușchiului cardiac sîngele este expulzat în artere, producîndu-se o creștere de presiune, după care datorită relaxării (închiderea valvei stîngi a inimii) presiunea va scădea la o valoare minimă, cînd se va relua acest ciclu (fig. 2).

În mod curent, se atribuie trei valori semnificative pentru presiunea sîngelui:

— presiunea maximă, corespunzătoare valorii sistolice a presiunii sîngelui (P_{sis});

— presiunea minimă, corespunzătoare valorii diastolice a presiunii sîngelui (P_{dia});

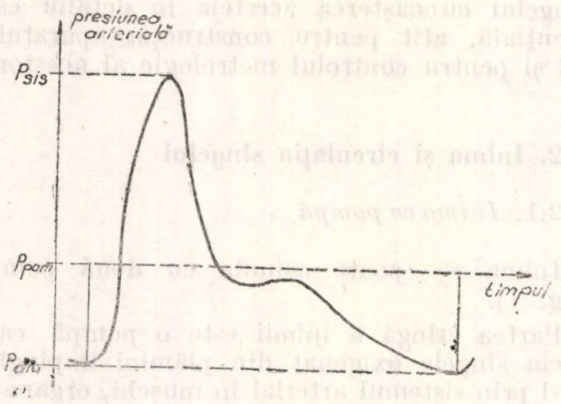


Fig. 2 Curba presiunii în artera brahială (1 ciclu)

— presiunea arterială medie (P_{pam}), definită prin integrala curbei presiunii la o bătaie a inimii; o relaţie de aproximaţie, cel mai des folosită, este :

$$P_{pam} = P_{dia} + 1/3\,(P_{sis} - P_{dia})$$

2.4. *Locuri pentru măsurarea presiunii sîngelui*

În mod curent măsurarea presiunii sîngelui prin metoda neinvazivă se efectuează la partea superioară a braţului stîng pe artera brahială, prin care sîngele ajunge direct de la inimă la partea inferioară a braţului şi la mînă. Se foloseşte acest loc întrucît măsurarea se face la o distanţă nu prea mare de inimă, la nivelul inimii şi influenţa periferică este neglijabilă.

Un alt loc de măsurare este la coapsă, dar cu dezavantajul că pacientul trebuie întins la orizontală pentru eliminarea efectului hidrostatic (datorită diferenţei de nivel) şi că măsurarea se face la distanţă mai mare de inimă.

3. Tipuri de aparate pentru măsurarea presiunii sîngelui

La toate tipurile de astfel de aparate se disting trei subansamble, care au fiecare un anumit rol funcţional, şi anume :

— subansamblul de pompare a aerului;

— brasarda — manşonul în care este pompat aerul, aproximativ identic la toate aparatele;

— instrumentul indicator.

3.1. *Aparate mecanice*

3.1.1 Aparate mecanice cu manometru cu mercur

Sînt primele aparate utilizate la măsurarea presiunii sîngelui. Aerul este pompat în brasardă, cu ajutorul unei pompe de mînă (cu pară) ce conţine o supapă şi un ventil pentru descreşterea presiunii din brasardă. Instrumentul indicator este un manometru cu mercur (mai exact un manometru cu mercur cu tub şi rezervor), avînd scara gradată într-o unitate de măsură a presiunii, mmHg şi/sau kPa* (pascalul, simbol Pa, fiind unitatea de măsură a presiunii în Sistemul International).

3.1.2 Aparate mecanice cu manometru cu element elastic sensibil

Acest tip de aparat se deosebeşte de cel precedent prin instrumentul indicator, care este un manometru ce conţine un element elastic sensibil — capsula aneroidă — , un mecanism de transmitere şi amplificare a deformării liniare a capsulei şi un ac indicator ce se roteşte în faţa unui cadran gradat în unităţi de presiune.

În mod suplimentar, la ambele aparate de tip mecanic se ataşează şi un stetoscop pentru stabilirea momentului apariţiei şi dispariţiei sunetelor *Korotkoff* ce corespund presiunilor sistolice şi diastolice ale sîngelui.

3.2. *Aparate electronice*

Aceste tipuri de aparate pot fi alcătuite din :

— sistemul de pompare în brasardă a unei presiuni maxime reglabile, cu ajutorul unei pompe electromecanice încorporată în aparat;

— sistemul de scădere a presiunii, reglabil;

— traductor presiune-semnal electric;

— sistemul de memorare şi afişare digitală (a presiunii arteriale, sistolice, diastolice, a pulsului);

— sistemul de avertizare sonoră şi luminoasă.

Aparatele electronice bazate pe metoda oscilometrică, echipate de obicei şi cu un microprocesor, prezintă o serie de facilităţi faţă de cele clasice, mecanice. În primul rînd, nu mai este necesară folosirea stetoscopului de către utilizator. De asemenea, permit citirea uşoară înregistrarea şi semnalizarea presiunilor, creşterea şi descreşterea automată a presiunii, măsurarea repetată la intervale prestabilite, cuplarea la calculator şi coroborarea cu alte date etc.

3.3. *Tipuri de aparate fabricate şi/sau existente în ţară*

Din categoria aparatelor mecanice sînt de semnalat aparatele cu mercur, cu rezervor şi tub vertical, produse de AMIRO-SA (fosta Intreprindere Tehnico-Medicală Bucureşti) şi cele cu manometru indicator cu element elastic sensibil fabricate de Intreprinderea de Mecanică Fină SA Bucureşti.

Aparate electronice au fost fabricate de Intreprinderea de Aparate Electronice de Măsurare Timişoara.

*) 1kPa = 7,501 mm Hg.

Pe lîngă aparatele menţionate mai sus, în ţară există şi posesori de aparate electronice provenite din străinătate, de la diferiţi fabricanţi.

4. Domeniul de aplicare

4.1. *Utilizarea acasă*

Pînă în prezent ponderea mare a aparatelor utilizate acasă (personale), de provenienţă românească sau străină, era a celor mecanice, numărul aparatelor electronice fiind relativ mic, dar este posibil ca numărul acestora din urmă să crească continuu.

În ţările dezvoltate ponderea aparatelor electronice este azi mare în raport cu cele mecanice (clasice). Astfel, în SUA şi Japonia procentajul aparatelor care aplică metoda oscilometrică (electronice) depăşeşte 90% din totalul aparatelor utilizate acasă.

4.2. *Utilizarea în practica medicilor*

Medicii folosesc de regulă aparate clasice cu manometre aneroide sau cu mercur pentru măsurarea presiunii sîngelui, manometrele electronice fiind utilizate mai puţin de către medici.

4.3 *Utilizarea în spitale*

În spitale medicii utilizează în continuare aparate cu manometre mecanice, dar la dispoziţia celor din străinătate stau şi aparate de măsurat electronice. În cele mai multe cazuri, sistemele complexe de monitorizare a pacienţilor („monitoare de pat") măsoară presiunea sanguină prin metoda oscilometrică, datorită în special posibilităţii de automatizare a ei. Unele clinici din ţară au deja în dotare (rar) aparate electronice pentru măsurarea presiunii sîngelui.

5. Metode de măsurare neinvazive utilizate la aparate de măsurat presiunea sîngelui

5.1 *Metoda Korotkoff*

Metoda clasică pentru măsurarea neinvazivă (indirectă) a presiunii sîngelui, denumită şi metoda *Korotkoff*, foloseşte pe lîngă aparat şi un stetoscop pentru stabilirea momentului apariţiei şi dispariţiei sunetelor specifice arterei brahiale (denumite şi sunete *Korotkoff*) corespunzătoare celor două presiuni — presiunea sistolică (numită şi maximă), respectiv diastolică (numită şi minimă). Brasarda pusă pe partea superioară a braţului stîng este umflată la o presiune puţin mai mare decît presiunea sistolică estimată. Se deschide apoi ventilul pompei pentru a permite scăderea lentă a presiunii. Sunetele *Korotkoff* vor fi auzite, în ritmul bătăii inimii, în stetoscopul plasat sub brasardă lîngă arteră, în intervalul de timp în care de la presiunea sistolică se va ajunge la presiunea diastolică.

Sunetele *Korotkoff* diferă în amplitudine şi ton. Diferenţierea poate fi făcută în următoarele 5 faze :

FAZA I — perioada apariţiei primelor sunete slabe, care cresc gradat în intensitate ;
FAZA II — perioada în care se aude un murmur sau foşnet ;
FAZA III — perioada în care sunetele sînt vioaie şi cresc în intensitate ;
FAZA IV — perioada marcată de sunete înăbuşite, moi, scăzînd în intensitate ;
FAZA V — momentul în care sunetele dispar.

5.2 *Metoda oscilometrică*

Metoda oscilometrică poate fi aplicată numai aparatelor electronice. La introducerea presiunii în brasardă, puţin peste presiunea sistolică, artera brahială elastică este obturată de către ţesutul musculos (fig. 3). Sîngele este împins, de inimă, în mod pulsatoriu, dar unda pulsului nu poate deschide artera. În acelaşi timp, aceste unde de puls produc mici variaţii în presiune transmise brasardei, datorită sistemului elastic al arterei şi ţesutului musculos ; astfel, fiecare mişcare a arterei se transmite sistemului pneumatic ca o oscilaţie de presiune care se suprapune peste presiunea din brasardă (fig. 4).

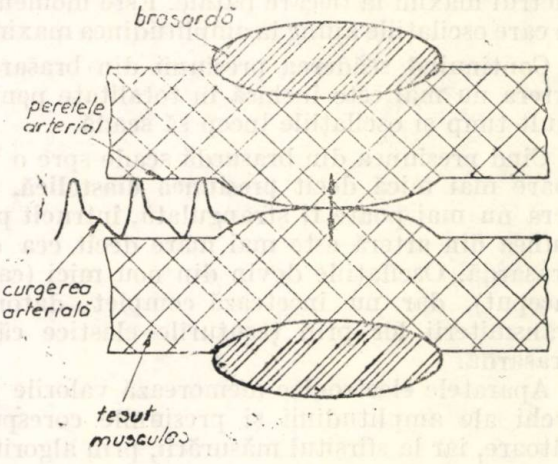


Fig. 3 Vedere în secţiune a arterei brahiale obturate

Mai departe, se reduce presiunea din brasardă continuu sau în trepte. Oscilaţiile de presiune cresc în amplitudine, ajungîndu-se ca la **presiunea sistolică** unda de sînge să deschidă pentru un scurt timp obturarea arterei (fig. 5).

Reducînd în continuare presiunea în brasardă aceste oscilaţii încep să crească, datorită

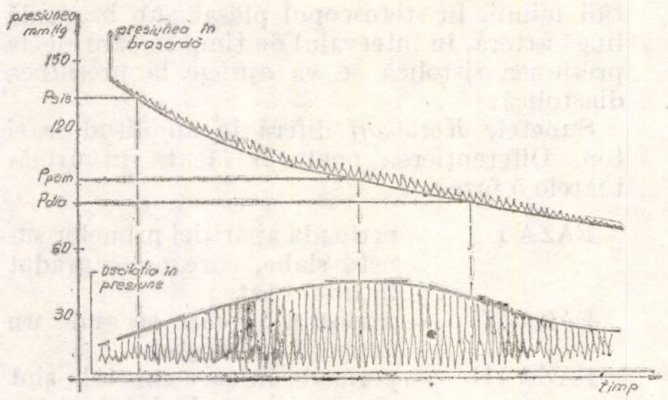


Fig. 4 Oscilația presiunii în brasardă în timpul măsurării presiunii sîngelui (valorile presiunii au caracter de exemplu)

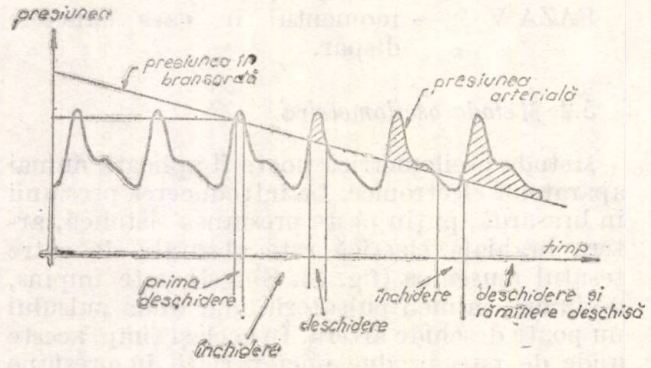


Fig. 5 Durata efectului undelor de puls arterial în brasardă în timpul măsurării presiunii sîngelui.

undelor de puls care acționează împotriva obturării. La o anumită presiune numită **presiune arterială medie**, artera este deschisă spre diametrul maxim la fiecare bătaie. Este momentul în care oscilațiile ajung la amplitudinea maximă.

Continuînd scăderea presiunii din brasardă, artera nu mai este închisă în totalitate pentru mult timp și oscilațiile încep să scadă.

Cînd presiunea din brasardă scade spre o valoare mai mică decît **presiunea diastolică**, artera nu mai poate fi strangulată, întrucît presiunea din arteră este mai mare decît cea din brasardă. Oscilațiile devin din nou mici (ca la început), dar nu încetează complet, datorită transmiterii lor prin țesuturile elastice către brasardă.

Aparatele electronice memorează valorile perechi ale amplitudinii și presiunile corespunzătoare, iar la sfîrșitul măsurării, prin algoritmi corespunzători afișează valorile presiunii sistolice și diastolice. Acești algoritmi sînt rezultatul unor cercetări minuțioase și în multe cazuri constituie secrete ale firmelor producătoare. Un exemplu simplificat de asemenea algoritmi [2] este următorul :

— presiunea medie P_{pam} este cea care corespunde maximului amplitudinii oscilațiilor A_{max} ;

— presiunea sistolică este cea la care amplitudinea oscilațiilor este $0{,}5\,A_{max}$ (evident, înainte de atingerea A_{max}) ;

— presiunea diastolică corespunde amplitudinii oscilațiilor la aproximativ $0{,}75\,A_{max}$ (după atingerea A_{max}).

Se înțelege că numai un aparat complex, dotat cu capabilitatea unui microprocesor, poate implementa un asemenea algoritm (care necesită memorarea unui șir de perechi de valori presiune/amplitudine și operații ulterioare de calcule, comparații și decizii).

5.3 *Compararea celor două metode*

Cele două metode folosesc aceleași procedee de preluare a informației pe care o dă artera brahială și anume aplicarea brasardei la partea superioară a brațului stîng, dar prelucrarea informației și redarea ei diferă.

În intervalul de presiune de la presiunea sistolică, trecînd prin presiunea medie arterială la presiunea diastolică, artera strangulată și sîngele împins în mod pulsatoriu produc două efecte : artera începe să vibreze și concomitent apare o presiune suplimentară pulsatorie.

Metoda clasică se bazează pe vibrațiile peretelui arterei și anume pe efectul de sunet care este auzit cu stetoscopul.

Metoda oscilometrică se bazează pe efectul presiunii suplimentare pulsatorie și anume pe variația în amplitudine a acestei presiuni suprapuse pe presiunea arterială.

Cercetări recente [3] au arătat că cele două metode sînt practic integral echivalente, iar unele neconcordanțe izolate pot fi atribuite mai de grabă metodei *Korotkoff* (sunete neclare) decît celei oscilometrice. Se presupune că în viitor metoda oscilometrică va fi considerată superioară, îndeosebi datorită eliminării factorului subiectiv în măsurare.

5.4. *Brasarda și alegerea valvei de scădere a presiunii din aceasta*

Majoritatea metodelor neinvazive pentru măsurarea presiunii sîngelui folosesc modelul de brasardă descris de *Riva Rocci*, la care lățimea standard este de 13 cm. Deoarece presiunea din brasardă influențează direct curgerea sîngelui, este de o importanță deosebită raportul dintre circumferința părții superioare a brațului și lățimea brasardei, acesta influențînd precizia de măsurare. În funcție de vîrsta pacientului și de circumferința brațului există recomandări la nivele naționale pentru alegerea lățimii brasardei.

La fel de importantă este și alegerea valvei de scădere a presiunii din brasardă.

În metoda clasică se recomandă o viteză de scădere a presiunii de 2...3 mmHg/s. O scădere prea rapidă conduce la erori inadmisibile în sta-

bilirea valorilor presiunii sistolice și diastolice, ar o rată de scădere prea lentă conduce la creșierea timpului de măsurare, timp în care sîngele te acumulează în partea inferioară a brațului și sn mînă, presiunea sîngelui devenind diferită de îcea reală. Eroarea maximă este direct proporțională cu viteza de scădere, viteza fiind proporțională cu valoarea presiunii la valvele standard ; se observă în fig. 6 că erorile Δ_{sis} și Δ_{dia} sînt mai mari în cazul în care scăderea presiunii e face mai rapid, din cauza „eșantionării" mai sproaste pe care o oferă sunetele *Korotkoff*.

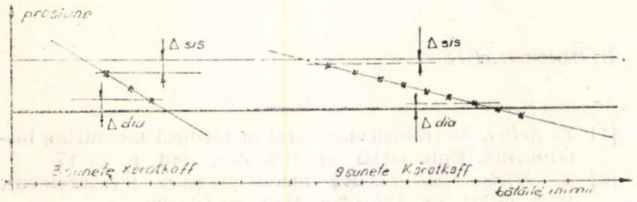


Fig. 6 Eroarea sistematică pentru P_{sis} și P_{dia}, în funcție de viteza de scădere a presiunii în brasardă

Aceeași viteză de scădere de 2...3 mmHg/s se recomandă și în metoda oscilometrică. Posibilitățile electromecanicii au dus la realizarea unor valve care asigură o scădere liniară, erorile de măsurare fiind mult micșorate.

Dacă factorul uman este implicat la stabilirea presiunii în metoda clasică, la metoda oscilometrică important este ca la o anumită viteză de scădere, sistemul aparatului să preia două oscilații la același nivel de presiune din brasardă.

6. Controlul metrologic al aparatelor de măsurat presiunea sîngelui

6.1 *Reglementări legale pentru verificări*

6.1.1 Necesitatea

Așa cum s-a arătat încă în cuvîntul introductiv, cu toate progresele imense pe care le-au făcut fabricanții în construcția aparatelor de măsurat presiunea sîngelui, riscul defectării sau instabilității caracteristicilor acestora impune verificarea metrologică obligatorie a lor. Numai în acest fel poate fi asigurată protecția bolnavilor supuși tratamentului în bolile de hipotensiune sau hipertensiune.

6.1.2 Reglementări legale naționale

Reglementările legale în vigoare, în curs de modificare, prevăd verificarea tuturor mijloacelor de măsurare, deci și a aparatelor de măsurat presiunea arterială. Noua Lege a metrologiei va stipula expres obligativitatea verificării mijloacelor de măsurare din domeniul medicinii.

Pentru aparatele clasice, mecanice, cu manometre cu mercur sau element elastic dispunem de o normă tehnică de metrologie [4], care prevede toate verificările ce trebuie efectuate pentru fiecare variantă constructivă.

6.1.3 Reglementări legale internaționale

Ca urmare a dezvoltării tehnicii de măsurare a presiunii sîngelui în 1970 Organizația Internațională de Metrologie Legală (OIML) a publicat recomandarea privind verificarea aparatelor de măsurat presiunea sîngelui, pentru varianta mecanică, care este valabilă și astăzi [5], fiind la baza reglementării naționale în România.

Sarcina pregătirii proiectelor de recomandări în cadrul OIML revine secretariatelor raportoare grupate în secretariate pilot. Pentru instrumentele de măsurare folosite în domeniul sănătății secretariatul pilot SP 26 (în sarcina Germaniei, prin Physikalisch Technische Bundesanstalt) elaborează noi recomandări, unele deja în stadii avansate.

Și alte secretariate pilot se ocupă de asemenea aparate. Astfel, SP 11 „Măsurarea presiunii" elaborează în prezent o nouă versiune a recomandării R 16 privitoare la aparatele de măsurat presiunea sîngelui (s-a ajuns la al 4-lea anteproiect).

6.2 *Aparate etalon utilizate pentru verificare*

În vederea efectuării verificării aparatelor de măsurat presiunea arterială, Institutul Național de Metrologie dispune de următoarele tipuri de aparate etalon :

— manometre cu lichid :

— cu rezervor și tub vertical, interval de măsurare 0...800 mmHg, de fabricație Wallace Țiernan SUA și de fabricație INMB, cu erori maxime sub $\pm$ 0,4 mm Hg.

— manometre cu piston și greutăți :

— fabricație Budenberg-Anglia, interval de măsurare 0,015...1 bar ;

— fabricație INMB, interval de măsurare 3 ... 100 kPa, ambele cu erori maxime de 0,05%.

Cu aparatele etalon enumerate mai sus se poate verifica orice tip constructiv de aparate mecanice pentru măsurarea presiunii sîngelui și parțial aparatele electronice. În prezent nu dispunem de un simulator cu ajutorul căruia să se poată efectua mult mai simplu verificarea aparatelor electronice pentru măsurarea presiunii sîngelui, aparate ce funcționează după metoda oscilometrică.

6.3 *Organizarea verificărilor*

Verificarea aparatelor de măsurat presiunea sîngelui se face în prezent de către Institutul Național de Metrologie, prin laboratoarele din București și ale filialelor sale din 13 orașe ale țării. Verificări execută de asemenea și alte labo-

ratoare de metrologie, autorizate în acest scop, potrivit reglementărilor legale în vigoare.

6.4 *Aprobări de model*

În cadrul Institutului Național de Metrologie din București se efectuează încercări de model (verificări metrologice complexe) asupra aparatelor mecanice (cu mercur și cu element elastic sensibil) precum și asupra celor electronice. Încercările se fac după standardele tehnice ale fiecărui tip constructiv, urmărindu-se modul de încadrare în erorile tolerate a indicațiilor modelelor testate, în condiții de referință precum și sub influența diverșilor factori care reproduc condițiile reale de funcționare a aparatelor. În urma încercării, Inspecția Metrologiei de Stat (IMS) eliberează aprobarea de model, care dă dreptul fabricării, respectiv importului tipului de aparat în cauză. Numai aparatele care au aprobare de model pot fi verificate metrologic ulterior și sînt astfel admise pentru utilizare curentă.

7. Concluzii

Lucrarea a urmărit prezentarea generală a aspectelor mai importante legate de metodele și aparatele pentru măsiurarea presiunii sîngelui, precum și de verificare metrologică a acestora. Prin modul de expunere a conținutului articolului, autorii au căutat să se adreseze atît metrologilor, cît și utilizatorilor de asemenea aparate (medici, pacienți). Aceasta explică includerea unor informații care vor fi, poate, inutile unora din categoriile de cititori citate.

În partea a II-a a articolului vor fi descrise principii, metode și instalații pentru verificarea metrologică a aparatelor bazate pe metoda oscilometrică, problematică ce constituie încă o noutate în țară noastră, dar în bună parte și la scară mondială.

BIBLIOGRAFIE:

[1] *E. Seiler*, Metrological control of medical measuring instruments, Bull. OIML nr. 125, dec. 1991, p. 7—17

[2] *S. Mieke*, Non-invasive blood pressure measurement, Bull. OIML nr. 125, dec. 1991, p. 18—29

[3] *H. Tombol*, Theory and simulation of oscillometric blood pressure measurements, Bull. OIML nr. 125, dec. 1991, p. 30—40

[4] *** Normă tehnică de metrologie (NTM) nr. 3—128—1977 : Verificarea aparatelor de măsurat presiunea arterială (Sfigmomanometre), IGSCCP, București, 1978

[5] *** OIML Recommendation R 16. Manometers for instruments for measuring blood pressure (Sphygmomanometers). OIML, Paris, 1970.

Metodă de calcul al frecvenţei maxime a detectoarelor de vîrf numerice

DAN STOICIU *

Abstract : *A parallel peak detector is developed from the corresponding flash A—D converter by providing a digital storage element at the output of each comparator. An original method for calculating the maximum fundamental frequency of a single sine input pulse ot this peak detector for a specified error is presented. Experimental results stand for the effectiveness of the method.*

Résumé : *On décrit un détecteur de crête parallèle résultant d'un convertcur analogique-numérique parallèle qui a un élement de mémorisation numérique connecté a la sortie de chaque de ses comparateurs. On présente une méthode originale pour calculer la fréquence fondamentale maximale d'une impulsion sinusoïdale singulière de ce détecteur de crête pour une érreure spécifiée. Les résultats experimentaux confirment l'efficience de la méthode.*

1. Introducere

Detectoarele de vîrf numerice sînt o alternativă a detectoarelor analogice şi oferă avantaje importante, legate de absenţa condensatorului de memorare : timp de memorare oricît de lung, eliminarea erorilor de încărcare precum şi a celor datorate fenomenului de absorbţie dielectrică etc. Complexitatea — uneori mare — a schemei nu constituie un dezavantaj major, avînd în vedere posibilitatea realizării detectorului sub formă integrată.

Detectoarele de vîrf se utilizează la măsurarea valorii de vîrf a impulsurilor repetate sau, cu precădere, a celor singulare. În legătură cu acestea din urmă vom folosi noţiunile de impuls sinusoidal, precum şi de fază iniţială şi frecvenţă echivalentă ale acestuia.

Prin impuls sinusoidal vom înţelege un impuls provenit dintr-un semnal sinusoidal, între două momente de timp a căror diferenţă este mai mică sau egală cu perioada semnalului. În funcţie de valoarea semnalului în momentul începerii impulsului, se poate defini faza iniţială a acestuia. Frecvenţa echivalentă a impulsului va desemna frecvenţa semnalului sinusoidal periodic din care provine impulsul. Astfel, prin frecvenţă maximă a unui detector de vîrf vom înţelege, în cazul impulsurilor singulare, frecvenţa echivalentă maximă a unui impuls sinusoidal al cărui vîrf se detectează cu o eroare dată.

În lucrare se prezintă o metodă pentru calculul frecvenţei maxime a detectorului de vîrf numeric paralel. Deşi acesta este, în principiu, cunoscut [1], în literatură nu se pune problema performanţelor sale. Derivat din bine cunoscuta schemă a convertorului analog-numeric paralel [2], detectorul de vîrf (fig. 1) conţine nişte bistabile conectate la ieşirile comparatoarelor, asigurînd astfel funcţia de memorare necesară.

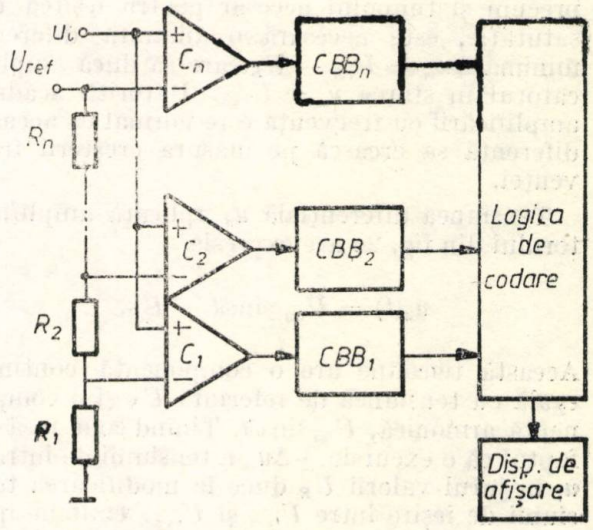


Fig. 1

2. Metoda de calcul

Metoda de calcul va fi exemplificată în cazul utilizării drept comparatoare a amplificatoarelor operaţionale, pentru a putea compara rezultatele teoretice cu cele experimentale.

Tensiunea de la ieşirea unui amplificator cu intrare diferenţială este dată de relaţia [3]

$$u_e = A_u(f)(u_+ - u_-) \qquad (1)$$

unde $A_u(f)$ este amplificarea de tensiune — dependentă de frecvenţă — iar u_+ şi u_- tensiunile

* Universitatea Tehnică Timişoara, B-dul 30 Decembrie nr. 2

aplicate intrărilor neinversoare și, respectiv, inversoare. Relația este valabilă cît timp amplificatorul lucrează liniar. Diferențe mari $u_+ - u_-$ duc la saturarea amplificatorului, la intrarea lui într-un regim de funcționare neliniar.

Considerăm un amplificator operațional căruia i se aplică la intrarea inversoare o tensiune continuă de referință U_R (fig. 2*a*), iar la intrarea neinversoare un impuls sinusoidal avînd frecvența echivalentă f și faza inițială zero (fig. 2*b*).

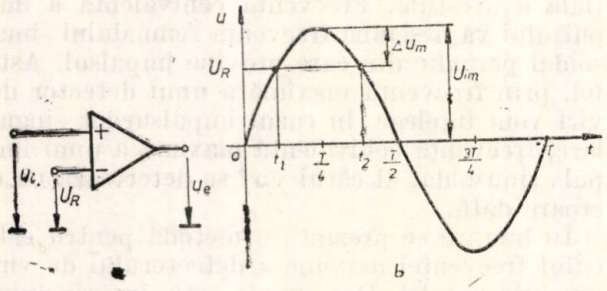


Fig. 2

În situația unui amplificator ideal, tensiunea de ieșire are pentru $u_i < u_R$ valoarea negativă de saturație U_{es-} iar pentru $u_i > U_R$ valoarea pozitivă de saturație U_{es+}. La amplificatoarele operaționale reale, datorită amplificării finite precum și timpului necesar pentru ieșirea din saturație, este necesară o anumită diferență minimă $\Delta u_m = U_{im} - U_R$ care să ducă amplificatorul în starea $u_e = U_{es+}$. Datorită scăderii amplificării cu frecvența este normal ca această diferență să crească pe măsura creșterii frecvenței.

Tensiunea diferențială u_d aplicată amplificatorului din fig. 2*a* are expresia

$$u_d(t) = U_{im} \sin\omega t - U_R. \tag{2}$$

Această tensiune are o componentă continuă egală cu tensiunea de referință U_R și o componentă armonică, $U_{im} \sin \omega t$. Ținînd cont însă de faptul că o excursie $\pm\Delta u_m$ a tensiunii de intrare u_i în jurul valorii U_R duce la modificarea tensiunii de ieșire între U_{es-} și U_{es+}, emitem ipoteza că amplificatorul se comportă ca și cînd la intrarea neinversoare i se aplică un impuls sinusoidal avînd amplitudinea Δu_m și semiperioada egală cu diferența $t_2 - t_1$, suprapus peste o tensiune continuă egală cu tensiunea de referință U_R aplicată celeilalte intrări. De fapt, numai porțiunea curbei u_i din fig. 2*b* care depășește tensiunea U_R aproximează suficient de bine, așa cum se va arăta mai jos, alternanța pozitivă a unui impuls sinusoidal. Extindem această aproximare și pentru situația în care $u_i < U_R$, cu observația că, în realitate, singura deosebire în comportarea amplificatorului este rămînerea lui, pentru un timp, în starea de saturație $u_e = U_{es-}$.

Deoarece perioada impulsului aproximant este mai mică decît perioada impulsului efectiv aplicat, frecvența echivalentă a primului este mai mare decît a celui de-al doilea, diferența fiind cu atît mai mare cu cît valoarea tensiunii de referință este mai apropiată de amplitudinea impulsului de intrare, așa cum rezultă în continuare.

Notînd cu T' și T, respectiv f' și f, perioadele și frecvențele echivalente ale impulsurilor aproximant și, respectiv, efectiv aplicat, și referindu-ne la fig. 2*b* putem scrie

$$\frac{T'}{2} = t_2 - t_1 = \frac{2}{2\pi f}\left(\frac{\pi}{2} - \arcsin\frac{U_R}{U_{im}}\right) \tag{3}$$

sau

$$T' = T\left(1 - \frac{2}{\pi}\arcsin\frac{U_R}{U_{im}}\right). \tag{4}$$

Introducînd notația

$$\frac{1}{k} = 1 - \frac{2}{\pi}\arcsin\frac{U_R}{U_{im}} \tag{5}$$

obținem

$$T = kT' \text{ sau } f' = kf. \tag{6}$$

Din relația (6) și ținînd cont și de faptul că produsul amplificare-frecvență al unui amplificator operațional este constant (în situația unei pante constante de — 20 dB/decadă), deducem că în cazul $U_R \neq 0$ valoarea minimă Δu_m care comută amplificatorul dintr-o stare de saturație în cealaltă este de k ori mai mare decît valoarea Δu_{mo} corespunzătoare cazului $U_R = 0$.

Amplificarea minimă necesară a amplificatorului se determină cu relația

$$A_{umin} = \frac{\alpha U_{es+} - U_{es-}}{2\Delta u_m} \tag{7}$$

în care Δu_m se ia egală cu eroarea absolută de măsurare admisă iar αU_{es+} este tensiunea de prag, în urma depășirii căreia este sesizată de către bistabil (fig. 1) schimbarea stării amplificatorului. Din caracteristica amplificare-frecvență în buclă deschisă se determină, pentru această valoare a amplificării, valoarea maximă f'_{max} a frecvenței impulsului aproximat iar apoi, pe baza relațiilor (5) și (6) în care se ia $U_{im} = U_R + \Delta$, se calculează frecvența echivalentă maximă f_{max} a impulsului de intrare pentru care amplificatorul mai trece dintr-o stare de saturație în cealaltă, cu eroarea specificată.

Așa cum rezultă din cele expuse mai sus, în cazul unui detector de vîrf numeric paralel, regimul cel mai greu îl are comparatorul care are tensiunea de referință cea mai mare, astfel

încît frecvenţa maximă a detectorului rezultă efectuînd calculul lui f_{max} pentru acest comparator. Mai observăm că eroarea absolută a detectorului de vîrf, definită ca diferenţă între valorile măsurată şi adevărată, este cuprinsă între $-\Delta$ şi practic zero (la frecvenţe mici). Micşorînd tensiunile de referinţă cu eroarea admisă, se obţine o centrare a erorii şi o dublare a frecvenţei maxime. Astfel, admiţînd o eroare $\Delta = 50$ mV, care reprezintă 1% din $U_{im} = 5$V, se obţine un factor $k \cong 11$, adică frecvenţa maximă a detectorului este de 11 ori mai mică decît f'_{max} calculată ca mai sus, iar pentru $\Delta = \pm 50$ mV şi tensiunile de referinţă reduse cu 50 mV, frecvenţa maximă este de numai 5,5 ori mai mică decît f'_{max}.

În calculele efectuate nu s-a ţinut cont de tensiunea de decalaj deoarece, pentru erorile urmărite, aceasta este neglijabilă. De asemenea, nu s-a ţinut cont de timpul necesar ieşirii din saturaţie al amplificatorului. Acesta este un parametru care nu se specifică în catalog, avînd în vedere că aplicaţiile principale utilizează amplificatorul în buclă închisă. Efectul acestui timp se manifestă prin scăderea, faţă de valoarea calculată, a lui f_{max}. Efectul valorii finite a vitezei maxime de variaţie a tensiunii de ieşire este asemănător.

3. Rezultate experimentale

Luînd t_1 ca origine a timpului (fig. 2*b*), vom compara tensiunea diferenţială efectiv aplicată

$$u_d(t) = U_{im} \sin(2\pi ft + \varphi) - U_R$$

unde

$$\varphi = \arcsin \frac{U_R}{U_{im}}$$

cu tensiunea diferenţială aproximantă

$$u_a(t) = \Delta u_m \sin 2\pi f' t.$$

În acest scop împărţim perioada T' în $4N$ intervale egale şi calculăm valorile tensiunilor u_d şi u_a pentru momentele

$$t_i = \frac{i}{4N} T', \text{ cu } i = 0, 1, 2, \ldots, N,$$

corespunzătoare primului sfert din perioada tensiunii aproximante u_a. Pentru $N = 4$, $U_{im} = 5$ V, $U_R = 4{,}95$ V şi $\Delta u_m = 50$ mV se obţin datele din tabelul 1, iar pentru $N = 4$, $U_{im} = 5$ V, $U_R = 4$ V şi $\Delta u_m = 1$ V cele din tabelul 2. Diferenţa $u_d - u_a$ are, pentru $i = 1$, un maxim care reprezintă aproximativ 5% din Δu_m, ceea ce este absolut neglijabilă, reprezentînd o eroare de ordinul doi, avînd în vedere faptul că Δu_m este comparabilă cu eroarea de măsurare admisă.

Tabelul 1

i	0	1	2	3	4
u_d [mV]	0	21,85	37,5	46,91	50
u_a [mV]	0	19,13	35,35	46,19	50
$u_d - u_a$ [mV]	0	2,72	2,15	0,72	0

Tabelul 2

i	0	1	2	3	4
u_d [mV]	0	429	744	936	1000
u_a [mV]	0	382	707	923	1000
$u_s - u_a$ [mV]	0	47	37	13	0

Pe cale experimentală au fost determinate în primul rînd valorile Δu_{mo} care comută amplificatorul dintr-o stare de saturație în cealaltă, pentru diverse frecvențe, în situația $U_R = 0$. Au fost determinate apoi valorile U_{im} care comută amplificatorul în situația $U_R \neq 0$ și au fost calculate diferențele $\Delta u_m = U_{im} - U_R$ precum și factorul k. Pe de altă parte, valorile Δu_m au fost calculate prin înmulțirea factorului k cu valorile Δu_{mo}. Rezultatele sînt trecute în tabelul 3 pentru ROB 201 A cu $C_o = 30$ pF în tabelul pentru TL 071.

frecvențele de 10 și 20 kHz pentru $U_R = 0{,}5$ V. Diferențele mari care apar la frecvențe și/sau tensiuni mari se explică pe baza limitărilor datorate vitezei de variație a tensiunii de ieșire, precum și valorii nenule a timpului de ieșire din saturație.

Cu ajutorul caracteristicilor amplificare-frecvență ale amplificatoarelor au fost determinate valorile frecvenței f'_{max} la care amplificatoarele comută dintr-o stare de saturație în cealaltă pentru o amplitudine $\Delta u_{mo} = 50$ mV, egală cu eroarea admisă Δ. Împărțind pe f'_{max} la k, a

Tabelul 3

U_R [V]		0,5				5			
f [kHz]		10	20	50	100	10	20	50	100
Δu_{mo} [mV]		13	24	68	1600	13	24	68	1600
k		3,76	2,94	1,77	1,16	7,92	4,64	1,91	1,42
Δu_m [mV]	calculat	49	71	120	1856	103	111	130	2240
	măsurat	47	81	292	1760	105	300	2350	6100

În cazul TL 071 se observă o foarte bună concordanță între valorile calculate și cele determinate experimental, cu excepția cazului $U_R = 5$ V și $f = 100$ kHz iar în cazul ROB 201 A calculele se verifică experimental numai pentru

cărui valoare este de 11,1 în situația $U_R = 5$ V, se obțin valorile frecvenței maxime a detectorului de vîrf, conform tabelului 5 în care sînt trecute și valorile determinate experimental. Diferențele între acestea și valorile calculate sînt nesemnificative.

Tabelul 4

U_R [V]		0,5				5			
f [kHz]		10	20	50	100	10	20	50	100
Δu_{mo} [mV]		44	85	212	438	44	85	212	438
k		2,68	2,18	1,67	1,41	5,41	4,35	3,13	2,23
Δu_m [mV]	calculat	118	186	354	618	238	370	664	977
	măsurat	101	164	348	631	218	345	700	1548

Tabelul 5

Tipul AO	A_{umin}	k	f'_{max}[kHz]	f_{max} [kHz]	
				calculată	măsurată
ROB201A (C_c = = 3 pF)	280	11,1	40	3,6	4
TL071	280	11,1	11	1	1,2

Trebuie să observăm că, în cazul amplificatoarelor avute în vedere, frecvența maximă a detectorului este limitată exclusiv de scăderea amplificări cu frecvența, celelalte limitări (amintite mai sus) intervenind la frecvențe mai mari (a se vedea și tabelul 3).

4. Concluzii

Confirmarea experimentală a rezultatelor calculate conferă valabilitate atît ipotezei originale expuse cît și e metodei de calcul bazate pe aceasta. Metoda prezentată este deosebit de simplă, oferind totuși rezultate foarte bune. Metoda poate fi aplicată în situația utilizării oricărui comparator a cărui caracteristică amplificare-frecvență este cunoscută și în cazul oricărui detector de vîrf numeric care se bazează pe utilizarea unor comparatoare.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Takezaki, T.*, Level indicator for indication of maximum values, Brevet SUA, Nr. 4296375, 1981

[2] *Sâmpăleanu M.*, Circuite pentru conversia datelor, Ed. tehnică, București, 1980

[3] *Bulucea, C., Vais, M. Profeta, H.*, Circuite integrate liniare, Ed. tehnică, București, 1976.

Din activitatea Institutului Naţional de Metrologie în 1991

Prin reglementările legale privind înfiinţarea sa, structura organizatorică, realizările, tradiţia şi experienţa unei activităţi îndelungate, Institutul Naţional de Metrologie a urmărit şi în anul 1991 îndeplinirea următoarelor obiective principale :

— conservarea, dezvoltarea şi perfecţionarea etaloanelor naţionale ale mărimilor fizice, stabilirea parametrilor metrologici ai acestora şi a evoluţiei lor în timp ;

— corelarea etaloanelor naţionale (primare) cu etaloane internaţionale, precum şi cu etaloanelor altor ţări ;

— transmiterea unităţilor de măsură de la etaloanele primare la etaloanele secundare, în vederea racordării mijloacelor de măsurare din întreaga ţară la etaloanele naţionale ;

— cercetare ştiinţifică pentru realizarea obiectivelor de mai sus ;

— servicii de etalonări, verificări metrologice şi încercări de model, măsurări şi determinări de înaltă exactitate, consultanţă şi asistenţă în domeniul teoriei şi tehnicii măsurărilor ;

— pregătire profesională în domeniul metrologiei ;

— colaborare cu alte instituţii din ţară şi de peste hotare, participare la organisme mondiale şi regionale în domeniul metrologiei şi al tehnicii măsurărilor.

Programul de cercetare al institutului pe anul 1991 a cuprins 91 teme, dintre care 31 teme în domeniul mărimilor geometrice şi mecanice, 24 teme în domeniul mărimilor termice, optice, fizico-chimice şi de radiaţii ionizate şi 16 teme în alte domenii. Dintre acestea, 54 lucrări de cercetare au fost finalizate în 1991, celelalte continuînd în 1992.

Un număr de 30 lucrări din programul de cercetare au fost consacrate caracterizării etaloanelor naţionale, primare şi secundare, studiului caracteristicilor metrologice ale acestora, intercomparării lor şi analizei comportării lor în timp, îmbunătăţirii performanţelor şi includerii lor în sisteme informatice etc. Aceste lucrări au inclus etaloane din majoritatea domeniilor de activitate ale institutului : lungime, unghi, volum, mărimi cinematice, masă, forţă, presiune, debit, mărimi acustice mărimi electrice în c.c., c.a. şi la frecvenţe înalte, timp/frecvenţă, temperatură, radiaţii ionizante. Ca rezultat, a fost determinat gradul de exactitate cu care sînt menţinute valorile unităţilor de măsură legale în România, abaterile lor faţă de valorile internaţionale corespunzătoare, incertitudinile cu care au fost transmise etaloanelor secundare. Cercetările şi studiile din această categorie, prezente anual în preocupările institutului, sînt fundamentale pentru asigurarea metrologică a tuturor măsurărilor ce se efectuează pe plan naţional.

Obiectivul altor 19 lucrări de cercetare (dintre care 4 încheiate în 1991) este realizarea sau dezvoltarea/extinderea/perfecţionarea unor etaloane primare. Din categoria acestora, pot fi menţionate :

„Realizarea etalonului naţional de putere şi energie electrică la $f = 50$ Hz" (responsabil temă *R. Soviany*). Este o instalaţie complexă, bazată pe un comparator inductiv de curent, rezistor de precizie în c.a. şi măsurarea tensiunii alternative prin convertoare termoelectrice. Intervalul de tensiune 50 ... 250 V ; intervalul de curent 0,05 ... 10 A (cu posibilitatea extinderii prin transformatoare de curent) ; frecvenţa de lucru 45 ... 65 Hz ; incertitudinea estimată între $(10 \ldots 20) \cdot 10^{-6}$ la $\cos\varphi = 1$ şi $(20 \ldots 40) \cdot 10^{-6}$ la $\cos\varphi = 0{,}5$.

„Etalon — grup de capacitate electrică şi inductanţă" (*I. Buzdugină*). Conţine un grup de condensatoare etalon de 10 pF şi un grup de inductoare etalon de 10 mH, împreună cu un comparator de impedanţă şi o instalaţie de atribuire/transmitere a unităţilor în intervale largi de valori.

„Realizarea unei instalaţii etalon pentru determinarea proprietăţilor magnetice ale materialelor feromagnetice moi" (*I. Dumitraşcu*). Instalaţia include un generator de flux magnetic, blocuri de comandă şi de măsurare, achiziţie şi prelucrare de date.

O altă categorie de lucrări au urmărit elaborarea de mijloace şi de metode de etalonare (17 teme, dintre care 8 finalizate în 1991). Exemple (lucrări încheiate) :

„Realizarea unui prototip de generator de unghiuri mici" (*M. Moldoveanu*).

„Metode de caracterizare a evolventei. Stabilirea metodei optime de etalonare a etaloanelor de profil în vederea controlului metrologic al roţilor dinţate" (*V. Şerban*).

„Proiectarea şi realizarea maselor etalon secundar de ord. II, masive, pentru intervalul 500...1 g" (*G. Popa*).

„Aparat pentru etalonarea transformatoarelor de tensiune până la 400 kV" (*N. Gruia*).

„Modernizarea instalaţiilor de transmitere a unităţii fotometrice fundamentale şi etalonarea etaloanelor de intensitate luminoasă şi temperatură de culoare" (*A. Seucan*).

9 lucrări de cercetare (dintre care 6 încheiate în 1991) pot fi încadrate în domeniul metrologiei generale (teorie, informatică, materiale de referință etc.). Iată cîteva exemple :

„Elaborarea unei instalații de etalonare automată asistată de calculator, pentru aparate prevăzute cu interfață standard" (*V. Steflea*).

„Metode, algoritmi și programe pentru achiziție și prelucrare de date în sisteme automate de măsurare asociate sistemului național de etaloane" (*Fl. Crețu*).

„Sistem automat pentru etalonarea calelor plan-paralele etalon secundar de ord. II—IV" (*Elena Bordescu*).

„Elaborarea metodologiei de etalonare a mostrelor etalon de substanță și realizarea de etaloane destinate verificării metrologice a spectrofotometrelor" (*C. Botgros*).

În sfîrșit, o ultimă categorie de lucrări de cercetare au abordat diferite probleme de tehnică a măsurării, realizarea de instalații și aparate etc., majoritatea în urma unor contracte încheiate cu unități exterioare care le-au solicitat. Exemple :

„Rezistivimetru digital" (*C. Dragomir, R. Drăguș*).

„Instalație pentru determinarea caracteristicilor magnetice ale oțelurilor electrotehnice" (*I. Dumitrașcu*).

„Analiza performanțelor calorimetrelor adiabatice tip IAUC" (*M. Scocioreanu*).

„Instalație de măsurare automată și centralizată a temperaturii în cîmp dispers de măsurare" (*Th. Niculau*).

Tot în această categorie de teme pot fi incluse cele 6 lucrări de caracterizare, din punct de vedere al fiabilității, a unor familii de aparate de producție industrială.

În programul de activitate al INM au figurat și 27 lucrări privind elaborarea de standarde române (SR) și norme tehnice de metrologie (NTM). Au fost definitivate 4 SR (referitoare la măsurarea circularității, încercarea de duritate superficială Rockwell — scările N și T, verificarea aparatelor de duritate superficială Rockwell — scările N și T, transmiterea unității de măsură la contoarele de apă rece) și 4 NTM (referitoare la verificarea aparatelor de verificat nivele și autocolimatoare, a rugozimetrelor electrice, a contoarelor electronice de energie electrică și a traductoarelor de mărimi electrice alternative), celelalte urmînd să fie terminate în anul 1992.

Institutul a efectuat, în 1991, 127 încercări de model, la solicitarea unor producători și importatori. Pe domenii, acestea sînt repartizate astfel : 69 — mărimi geometrice și mecanice ; 17 — mărimi electrice și magnetice ; 28 — mărimi termice, optice, fizico-chimice și radiații ionizante ; 13 — timp frecvență, acustică, informatică, automatizări. Pe lîngă tipurile tradiționale de mijloace de măsurare, printre modelele încercate în 1991 figurează aparate de concepție nouă, ca de exemplu : termometru numeric portabil automat (ICSITE, București), traductor semiconductor de presiune (IFT, Iași), spectrometru de masă pentru deuteriu (ITIM, Cluj), umidimetru pentru cereale, cu microunde (ICPE, București), magnetometru portabil cu trei canale (IFT, Iași), analizor termoconductometric de hidrogen (IPA, București), rezistivimetru digital (INM, București), trusă wattmetrică trifazată, cu indicare numerică (ECHIMAR, Baia Mare), instalație electronică cu microprocesor și transmitere serială a datelor (ICPMFS, București), senzor de umiditate (ICPE, București), picoampermetru liniar numeric și picoampermetru-teraohmmetru logaritmic (IRNE, Pitești), traductor de debit cu ultrasunete (IPA, București), balanță semiautomată electronică (ELMET, Cluj), sistem de măsurări dimensionale distribuit (ICE, București), echipament tensometric cu comutare în 300 puncte (ICSITE, București), cinci tipuri de taximetre electronice (CEM, Oradea ; ICPE, Iași ; Soc. Guy-Otețeanu, Timișoara ; Dinamic-Electro SRL, București ; FEA, București).

Au fost executate numeroase etalonări și verificări metrologice în toate domeniile de mărimi fizice de care se ocupă institutul, asupra unor mijloace de măsurare etalon și de lucru aparținînd atît laboratoarelor INM (din București și din teritoriu), cît și unor agenți economici și alte unități din țară.

STANDARDE ISO ÎN DOMENIUL MĂSURĂRII VOLUMULUI PRODUSELOR PETROLIERE

În cadrul ISO/TC 28/SC 3 au fost elaborate mai multe standarde internaționale în domeniul măsurării produselor petroliere, al etaloanelor și instalațiilor de etalonare aferente etc.

Pînă în prezent au fost publicate următoarele standarde :

ISO 91—1 (1982) : Tabele de măsurare pentru petrol — Partea 1 : Tabele bazate pe Temperaturile de referință de 15°C și 60°F

ISO 91—2 (1991) : Tabele de măsurare pentru petrol — Partea 2 : Tabele bazate pe temperatura de referință de 20°C

ISO 3170 (1988) : Lichide petroliere : Eșantionarea manuală

ISO 3171 (1988) : Lichide petroliere — Eșantionarea automată în conducte

ISO 3675 (1976) : Produse petroliere prime și lichide — Determinarea în laborator a densității sau a densității relative — Metoda hidrometrică

ISO 3838 (1990) : Produse petroliere prime și lichide sau solide — Determinarea densității sau a densității relative — Metodele picnome-

trului cu capilar și tampon și a picnometrului cu bicapilar gradat

ISO 3993 (1990) : Hidrocarburi gazoase lichefiate și ușoare — Determinarea densității relative — Metoda picnometrului de presiune

ISO 8222 (1987) : Sisteme de măsurare a petrolului — Etalonare — Corecții de temperatură pentru utilizare în sisteme de măsurare volumetrice de referință.

ISO 9770 (1989) : Produse petroliere prime și petroliere — Factori de compresibilitate pentru hidrocarburi în intervalul 638 ...1074 kg/m ^{3}.

În același timp, se află în stadiul de proiecte de standard internațional (DIS) 10 documente, iar alte 10 în diferite etape de elaborare. Ele se referă la diferite subiecte legate de măsurări asupra produselor petroliere, ca de exemplu :

— măsurarea directă a temperaturii și nivelului în rezervoare — metode automate, alte metode ;

— calibrarea volumetrică a rezervoarelor cilindrice verticale, prin metode geometrice, optice (cu linie de referință, cu triangulație), electro-optice ;

— performanțele sistemelor automate de eșantionare ;

— determinarea volumului și masei conținutului rezervoarelor verticale prin măsurarea presiunii hidrostatice ;

— măsurarea directă a nivelului lichidelor în rezervoare ;

— echipamente pentru măsurarea și calibrarea rezervoarelor — metode manuale ;

— calibrarea rezervoarelor cilindrice orizontale în nave prin măsurări fizice ;

— calculul compresibilității produselor petroliere gazoase lichefiate.

ENERGIA TERMICĂ NU SE VA MAI MĂSURA ÎN GIGACALORII

În prezent, în România energia termică este măsurată în gigacalorii, care nu este o unitate SI și nu a fost admisă pe baza unei decizii oficiale. Utilizarea gigacaloriei va fi interzisă, în mod deosebit în tranzacțiile avînd ca obiect energia termică. Acțiunea de renunțare la utilizarea gigacaloriei va fi pusă în aplicare după o etapă de acomodare (informarea tuturor celor interesați, măsuri preliminare) și o altă etapă de tranziție (în care va fi admisă utilizarea concomitentă a ambelor unități de măsură). Se preconizează ca întreaga acțiune să dureze între 1 și 2 ani.

Mijloacele de măsurare a energiei termice, fabricate în țară sau importate, vor primi aprobare de model numai cu condiția să utilizeze unități SI. Contoarele de energie termică aflate în uz vor rămîne în funcțiune pînă la casarea lor, indicațiile lor urmînd să fie prezentate în actele oficiale (facturi etc.) atît în unitățile proprii, cît și în unități SI corespunzătoare.

Recomandarea OIML nr. R 75, referitoare la contoarele de căldură, prevede ca acestea să măsoare energia în joule sau wattoră, cu multiplii respectivi (kJ, MJ, GJ și respectiv kWh, MWh, GWh). Firmele străine producătoare de contoare de căldură, ca și firmele românești RETROM și PRECIZIA, uilizează aceleași unități de măsură SI.

În aplicațiile industriale au fost utilizate două feluri de calorii :

Caloria la 15°C : 1 Cal_{15} = 4,1855 J ;

Caloria internațională : 1 Cal_{IT} = 4,1868 J (diferența dintre ele este de aprox. 0,03%).

Pe baza acestor valori, rezultă următoarele echivalențe :

1 $GCal_{15}$ = 4,1855 GJ = 1,1626 MWh ;

1 $GCal_{IT}$ = 4,1868 GJ = 1,1630 MWh.

În principiu, oricare dintre cele două unități admise — GJ și MWh — va putea fi utilizată în măsurarea energiei termice. Ar putea exista o oarecare preferință pentru utilizarea megawattorei (MWh) în decontările consumurilor de energiei termică, din motive practice :

— megawattora are o valoare apropiată de gigacalorie (diferența este de cca. 16%) ;

— exprimînd în aceeași unitate de măsură atît energia electrică cît și energia termică, consumatorii vor putea compara mai ușor între ele costurile lor.

ȘEDINȚA COMITETULUI EUROMET, DELFT, OLANDA, 28—29 aprilie 1992

Organizația internațională (regională) EUROMET a fost înființată în 1987, prin semnarea unui acord de către reprezentanții unor institute din state vest-europene. În prezent EUROMET are 18 membri, din : Austria, Belgia, Danemarca, Finlanda, Franța, Germania, Grecia, Irlanda, Islanda, Italia, Luxemburg, Marea Britanie, Norvegia, Olanda, Portugalia, Spania, Suedia. Comitetul EUROMET este format din cîte un reprezentant al institutelor naționale de metrologie (institutele deținătoare de etaloane naționale) din țările enumerate, plus un reprezentant al Comisiei Comunității Europene.

Obiectivul EUROMET este colaborarea în domeniul etaloanelor (naționale, primare etc.), promovarea coordonării activităților și serviciilor metrologice în vederea creșterii eficienței lor.

Modul de acțiune al EUROMET este, în principal, prin proiecte în domeniul etaloanelor de măsurare, cu participarea benevolă a membrilor interesați. EUROMET nu dispune de fonduri

financiare proprii, costul tuturor acțiunilor sale fiind suportat de colaboratorii participanți la fiecare proiect.

Ordinea de zi a ședinței Comitetului a inclus, în principal : raport asupra dezvoltării EUROMET ; raport asupra stadiului metrologiei în Europa ; inițierea unor noi activități EUROMET, în domeniul analizei chimice ; discuții și hotăriri asupra exprimării incertitudinilor de măsurare ; baza de date a EUROMET ; dezvoltarea metrologiei în Europa de est ; prezentarea și discutarea rapoartelor întocmite de raportori ; activități WECC ; activități WELMEC ; activități EUROLAB ; prezentarea rapoartelor din partea BIPM și BIML.

La ședință au participat 34 persoane : președintele, secretarul și 15 membri ai comitetului EUROMET ; 5 alți reprezentanți ai instituțiilor membre EUROMET ; 5 reprezentanți ai unor instituții naționale est-europene de metrologie (ca invitați) etc.

În prezent există 127 proiecte EUROMET, majoritatea aprobate, care se referă la : comparații de etaloane (32 proiecte), consultații (11 proiecte), cooperări (58 proiecte), trasabilitate (26 proiecte). Pe domenii, repartiția proiectelor este următoarea :

	aprobate	propuse
masă, forță, presiune	15	7
electricitate	20	0
lungime	10	6
timp	8	1
temperatură	8	4
radiații ionizante	10	4
fotometrie, optică	8	15
debit	3	3
acustică	4	1
TOTAL	127 = 86	+ 41

Majoritatea proiectelor au între 2 și 10 participanți. Patru membri participă la peste 50 proiecte (GB, DE, FR, IT), șase membri la un număr între 20 și 40 proiecte (NL, SE, CH, DK, FI, ES) iar ceilalți șapte membri colaborează la un număr sub 20 proiecte.

Lista completă a proiectelor EUROMET este cuprinsă în „EUROMET Directory 1992" [1]. În aceeași lucrare sînt incluse : textul Acordului EUROMET ; delegații în Comitetul EUROMET ; raportori ; persoane de contact.

Prin grija EUROMET, a fost întocmită o broșură care cuprinde descrierea structurii organelor de metrologie din țările vest-europene [2]. Sînt incluse informații și despre organele de metrologie ale țărilor est-europene.

În ședință s-a hotărît inițierea activității EUROMET în domeniul analizei chimice, eventual prin alcătuirea unei grupe de lucru, care să colaboreze și cu EURACHEM.

În legătură cu exprimarea incertitudinilor de măsurare, Comitetul EUROMET a hotărît (cu o abținere, reprezentantul Suediei) să recomande implementarea în toate certificatele de etalonare a prevederilor Recomandării 1 (CI — 1981) a CIPM. Se propune de asemenea aplicarea principiilor din Documentul WECC 19—1990 [3] și adoptarea valorii $k = 2$ care asigură un nivel de încredere de 95% (în cazul distribuției Gaussiene).

Cu privire la dezvoltarea metrologiei în țările est-europene, președintele a evidențiat faptul că EUROMET a luat notă încă din 1991 de înființarea COOMET și și-a exprimat dorința de cooperare între aceste două organizații. Ședința de azi, prima acțiune concretă pentru demararea acestei cooperări, este consacrată cunoașterii reciproce mai bune și conturării unor puncte de vedere ale ambelor părți. În urma invitației președintelui, reprezentanții prezenți ai țărilor est-europene, Rusia, Ungaria, România, Ceho-Slovacia, Polonia, au făcut scurte prezentări ale structurii și organizării metrologiei în țările respective, subliniind schimbările intervenite în ultimul timp și tendințele de dezvoltare în anii următori. Nu s-a luat vreo hotărîre în legătură cu participarea efectivă la EUROMET, ca membri, a instituțiilor de metrologie din aceste țări, dar s-a comunicat că, în principiu, acestea pot să colaboreze în cadrul proiectelor EUROMET în curs de desfășurare și pot propune unele proiecte noi. În acest scop, este recomandabil ca adresarea să se facă direct raportorilor EUROMET.

Raportorii EUROMET prezenți, respectiv înlocuitorii lor, au prezentat rapoarte asupra activității în domeniile de care se ocupă, descriind principalele proiecte în curs de desfășurare și rezultatele obținute.

Rapoartele privind activitățile WECC, WELMEC, EUROLAB, BIPM și OIML au fost prezentate de președinții acestor organizații, respectiv de reprezentanții acestora, participanți la ședință.

Delegația Rusiei a comunicat pregătirea unei Conferințe Europene de Metrologie Științifică la St. Petersburg, între 1—3 septembrie 1992, cu ocazia aniversării a 150 ani de la introducerea primelor reglementări de măsuri și greutăți în Rusia. A fost lansată invitația de participare la această conferință tuturor metrologilor din țările reprezentate la ședința EUROMET.

S-a discutat posibilitatea ca instituții din afara Europei de vest să poată participa în EUROMET ca membri corespondenți. Recent, mai multe țări și-au exprimat dorința de a coopera în cadrul EUROMET, printre acestea aflîndu-se Africa de Sud.

[1] EUROMET Directory, 1992 (including Memorandum of Understanding, Rules of Procedures, Project Forms, Delegates, Rapporteurs, Contact Persons, Summary of EUROMET Projects), 55 pag.
[2] Metrology of Western Europe, 1992, 47 pag.
[3] WECC Guidelines for the Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration, 1990, 15 pag.

NORMA TEHNICĂ DE METROLOGIE NTM 5—06—87
VERIFICAREA METROLOGICĂ A PIROMETRELOR DE RADIAȚIE TOTALĂ

1. Domeniul de aplicare

Prezenta normă tehnică de metrologie stabilește metodele și mijloacele de măsurare etalon pentru efectuarea verificării pirometrelor de radiație totală utilizate la măsurarea temperaturii de radiație a corpurilor în intervalul de temperatură 600...2000°C.

2. Descriere și clasificare

2.1 Pirometrele de radiație totală fac parte din categoria pirometrelor energetice al căror principiu de funcționare se bazează pe dependența dintre luminanța energetică a unui radiator termic și temperatura lui.

2.2 Principiul de funcționare al pirometrelor de radiație totală se bazează pe dependența dintre luminanța energetică integrală a unui radiator termic și temperatura lui de radiație, dependență descrisă cu suficientă aproximație de legea *Ștefan Boltzmann* pentru corpul negru absolut.

2.3 Principalele părți componente ale unui pirometru de radiație totală sînt :
— telescopul ;
— aparatul de măsurat.

2.3.1 Telescopul este alcătuit din :
— sistemul optic ;
— receptorul de radiații ;

2.3.1.1 În funcție de construcția sistemului optic se deosebesc două tipuri de telescoape și anume :
— cu oglindă ;
— cu lentilă ;

2.3.1.1.1 Principalele părți componente ale telescoapelor cu oglindă sînt prezentate în fig. 1, și anume :
— oglindă principală concavă (1) ;
— oglindă concavă secundară (2) ;
— diafragme fixe (3), (5) ;
— receptor de radiații (4) ;
— diafragmă reglabilă (6) ;
— ocular (7) ;
— carcasă (8).

OBSERVAȚIE. La acest tip de telescop oglinda principală (1) concentrează fluxul de radiații prin orificiul diafragmei (3) pe oglinda secundară (2) care îl reflectă pe receptorul de radiații (4). Receptorul de radiații și oglinda secundară sînt

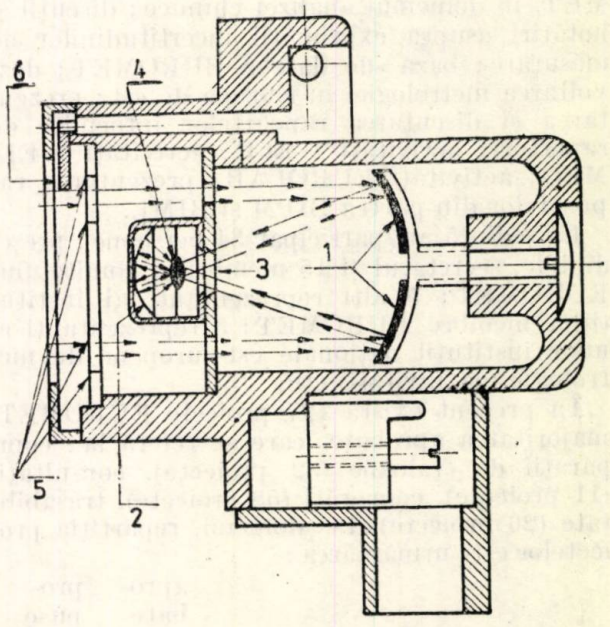


Fig. 1

dispuse într-o incintă, în scopul reducerii variației indicațiilor ca urmare a variației temperaturii corpului telescopului. Ocularul (7) servește la poziționarea pirometrului și observarea imaginii sursei de radiații a cărei temperatură se măsoară.

2.3.1.1.2 Principalele părți componente ale telescoapelor cu lentilă sînt prezentate în fig. 2 și anume :
— lentilă (1) ;
— receptor de radiații cu suport de montare (2 ; 3) ;
— rezistor de compensare (4) ;
— diafragmă cu sistem de reglare (5 ; 6) ;
— ocular (7) cu sticlă de protecție (8) ;
— carcasă (9).

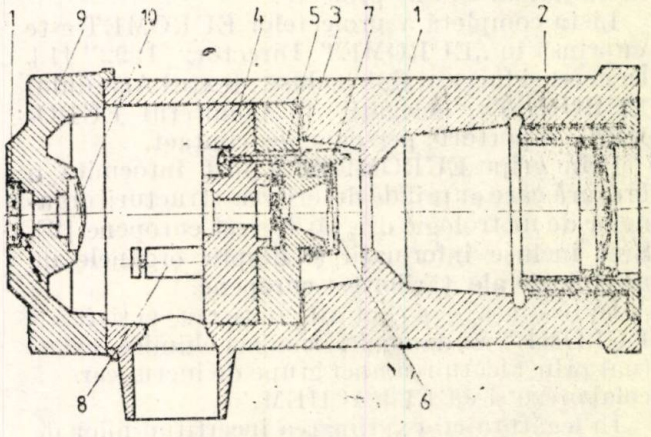


Fig. 2

* Editată sub conducerea Inspecției Metrologiei de Stat

OBSERVAȚIE. La acest tip de telescop concentrarea fluxului de radiații se realizează cu ajutorul lentilei (1).

2.3.1.2 Receptorul de radiații poate fi o termobaterie, o fotocelulă, un bolometru etc.

2.3.2 Aparatul de măsurat poate fi indicator sau înregistrator. Aparatul indicator poate fi gradat fie direct în unități de temperatură (°C sau K) pe baza dependenței dintre semnalul de ieșire al receptorului de radiații și temperatura măsurată, dependență stabilită prin tabele, curbe de calibrare, grafice etc., pentru un tip dat de receptor de radiații, fie în unități de mămăsură corespunzătoare semnalului de ieșire al receptorului de radiații; temperatura se determină din tabele, curbe de calibrare, grafice etc., pentru un tip dat de receptor de radiații.

2.4 Pirometrele de radiație totală se clasifică astfel:

2.4.1 După sistemul optic al telescopului, în:
— pirometre de radiație totală cu oglindă;
— pirometre de radiație totală cu lentilă;

2.4.2 După tipul receptorului de radiații, în:
— pirometre de radiație totală cu termobaterie;
— pirometre de radiație totală cu fotocelulă;
— pirometre de radiație totală cu bolometru;

2.4.3 După constanta de timp, în;
— pirometre de radiație totală cu inerție mică;
— pirometre de radiație totală cu inerție medie;
— pirometre de radiație totală cu inerție mare.

2.5 Caracteristicile tehnice cele mai importante ale pirometrelor de radiație totală sînt;
— interval de măsurare;
— eroare de justețe;
— eroare de fidelitate;
— distanța pînă la radiatorul termic și diametrul cîmplui de vizare;
— indice de vizare și indice nominal de vizare;
— timp de răspuns;
— temperatură normală de lucru și eroare de temperatură.

2.5.1 Eroarea de justețe a unui pirometru de radiație totală este egală cu diferența dintre valoarea medie a temperaturii indicată de pirometru la măsurarea temperaturii corpului absolut în condiții de referință și valoarea convențional adevărată a temperaturii corpului negru absolut.

2.5.1.1 Condițiile de referință pentru care se definește eroarea de justețe sînt:
— obiectul măsurat radiator de tip „corp negru";
— distanța între radiator și pirometru = = 1 m; diametrul radiatorului = $n \cdot 1$ m, unde „n" este indicele nominal de vizare;
— temperatura mediului ambiant: 20 ± 5°C;
— umiditatea relativă a aerului: 65 ± 15%.

2.5.1.2 Se admite să se dea eroarea de justețe a pirometrelor de radiație totală și pentru alte condiții, respectiv alte valori ale distanței pînă la radiator, ale diametrului radiatorului și ale temperaturii mediului ambiant, dacă acestea sînt menționate în documentația tehnică a pirometrului. Pentru toate celelalte valori ale mărimilor indicate trebuie să se normeze erori suplimentare determinate de diferența dintre condițiile de utilizare ale pirometrului și condițiile normale de utilizare.

2.5.2 Eroarea de fidelitate a unui pirometru de radiație totală caracterizează dispersia (împrăștierea) măsurărilor individuale în măsurările repetate ale aceleiași temperaturi.

2.5.3 Distanța pînă la radiatorul termic este distanța dintre radiatorul termic și lentila obiectiv sau oglinda pirometrului de radiație totală. Se admite să se considere această distanță și de la altă parte a pirometrului, dacă aceasta este specificat în documentația tehnică a pirometrului.

2.5.4 Cîmpul de vizare al pirometrului este partea dintr-un plan situat perpendicular pe axa optică a cărui imagine acoperă integral receptorul de radiații al pirometrului sau diafragma care delimitează cîmpul de vizare, dacă ea există. Mărimea cîmpului de vizare determină dimensiunile minime ale corpului a cărui temperatură se măsoară cu pirometrul. Ea depinde de distanța pînă la corpul a cărui temperatură se măsoară.

2.5.5 Indicele de vizare al pirometrelor de radiație totală este raportul dintre diametrul cîmpului de vizare și distanța pînă la radiatorul termic.

2.5.6 Indicele nominal de vizare a pirometrelor de radiație totală este indicele de vizare stabilit pentru distanța pînă la corpul a cărui temperatură se măsoară, egală cu 1 m. Se admite să se stabilească un indice nominal de vizare și pentru alte distanțe, dacă acestea sînt specificate în documentația tehnică.

3.5.7 Timpul de răspuns al pirometrelor de radiație totală este timpul după care la o variație bruscă a temperaturii radiatorului termic cu mărimea ΔT, indicația pirometrului se modifică cu mărimea $\eta \cdot \Delta T$, unde η este o mărime dată în documentația tehnică a pirometrului.

2.5.8 Temperatura normală de lucru a unui pirometru de radiație totală este temperatura la care eroarea pirometrului este în întregime caracterizată de valoarea erorii de justețe. La alte temperaturi, eroarea totală a pirometrului este egală cu suma erorii de justețe și a erorii suplimentare corespunzătoare variației temperaturii ambiante.

3. Condiții tehnice

Pirometrele de radiație totală trebuie să satisfacă următoarele condiții tehnice:

3.1 Telescopul să fie complet, conform prevederilor de la pct. 2.3.1.

3.1.1 Piesele mobile ale sistemului optic să se deplaseze ușor, fără jocuri sau piedici.

3.1.2 Obiectivul și ocularul să fie montate telescopic pentru obținerea unei cît mai bune claritați a imaginii sursei. Ocularele să fie prevăzute cu filtre absorbante de protecție cînd pirometrele sînt destinate să măsoare temperaturi mai mari de 1200°C.

3.1.3 Oglinzile sistemului optic să fie curate, lucioase, fără zgîrieturi sau spărturi.

3.1.4 Diafragmele să aibă culoarea negru mat și să fie plasate astfel încît să asigure concentrarea fluxului de radiații.

3.1.5 Lentilele să fie construite din sticlă optică, fără știrbituri, zgîrieturi, fisuri sau alte defecte vizibile.

3.1.6 Toate piesele sistemului optic, împreună cu receptorul de radiații, să fie dispuse pe axa optică a telescopului.

3.1.7 Receptorul de radiații să fie neselectiv, întrucît numai în acest caz indicațiile pirometrului de radiație totală vor depinde de energia totală radiată de corp.

3.2 Aparatul indicator să corespundă STAS 4640-74.

3.2.1 La pirometrele cu aparat indicator sau înregistrator, separat, bornele de conexiune ale aparatului și pirometrului să fie marcate cu semnele „+" și „−".

3.2.2 Pe cadranul aparatului indicator sau înregistrator să apară următoarele inscripții:
- simbolul unității de măsură „°C" sau „K"
- intervalul de măsurare a temperaturii;
- constanta aparatului („×100", dacă este cazul);
- valoarea rezistenței de linie;
- tipul și seria telescopului cu care aparatul funcționează în ansamblu.

3.2.3 Marcarea scării gradate să fie efectuată cel puțin din 100°C în 100°C.

3.2.4 Pe telescopul pirometrului de radiație totală să fie notate următoarele inscripții:
- tipul și seria receptorului de radiații;
- intervalul de măsurare a temperaturii;
- denumirea sau marca producătorului;
- indicele de vizare;
- constanta de timp.

3.3 Erorile de justețe maxime tolerate să nu depășească, în funcție de clasa pirometrului, valorile indicate de tabelul 1.

Tabelul 1

Clasa	Intervalul de măsurare °C	Eroarea de justețe max. tolerată: în procente din lim. superioară a intervalului de măsurare	°C
I	600...1200	±1,0	±12
	1200...2000	±1,0	±20
II	600...1200	±1,5	±18
	1200...2000	±1,5	±30

OBSERVAȚII:

1. Dacă intervalul de măsurare este diferit de cele prezentate în tabelul 1, erorile de justețe maxime tolerate se exprimă în procente din valoarea limitei superioare a intervalului de măsurare înscrisă pe aparat, sau conform specificației tehnice a pirometrului; erorile de justețe maxime tolerate ale ansamblului format din telescop și aparat indicator se stabilesc cu relația:

$$\Delta = \pm \sqrt{\Sigma \Delta_i^2}$$

în care Δ_i sînt erorile de justețe maxime tolerate în °C ale elementelor componente ale ansamblului.

2. Valorile din tabelul 1 se referă numai la telescopul pirometrului.

3.4 Erorile de fidelitate maxime tolerate să nu depășească 2/3 din erorile de justețe maxime tolerate, corespunzătoare clasei pirometrului.

3.5 Indicele nominal de vizare al pirometrelor de radiație totală să fie din șirul 1/5; 1/10; 1/15; (1/16); 1/20; 1/25; (1/40) 1/50; (1/70); 1/100; 1/150; 1/200; 1/300;

3.5.1 Eroarea suplimentară datorată creșterii diametrului cîmpului de vizare cu 50% față de indicele nominal de vizare (pct. 3.5) să nu depășească ±10°C.

3.6 Temperatura mediului ambiant la care funcționează pirometrele să fie de la 5°C la 100°C.

3.6.1 Erorile suplimentare de temperatură determinate de variația temperaturii corpului pirometrului (20±5°C) în intervalul 5...100°C, să nu depășească valorile indicate în tabelul 2, atît pentru pirometre clasa I cît și pentru pirometre clasă II.

Tabelul 2

Temperatura corpului pirometrului °C	Eroarea suplimentară de temperatură °C	Temperatura corpului pirometrului °C	Eroarea suplimentară de temperatură °C
3	±4,5	60	± 8,0
10	±3,0	70	±10,0
30	±2,0	80	±13,0
40	±4,0	90	±15,5
50	±6,0	100	±18,0

3.7 Timpul de răspuns al pirometrelor de radiație totală să nu depășească valorile de mai jos:
- pirometre cu inerție mică: 0,5 s;
- pirometre cu inerție medie: 0,5...2,0 s;
- pirometre cu inerție mare: 2,0...10 s.

4. Verificare

4.1 *Operațiile care se efectuează în cadrul verificării*

4.1.1 Verificarea pirometrelor de radiație totală trebuie să constea, în mod obligatoriu, din următoarele operații:

Tabelul 3

Nr. crt.	Denumirea etaloanelor instalațiilor de etalonare și dispozitivelor auxiliare de măsurare	Caracteristici tehnice	Observații
1	Pirometru optic monocromatic, etalon secundar de ord. I	Eroarea maximă tolerată ± 2,5°C pentru intervalul de temp. 800 ... 1400°C ± 4,0°C pt. interv. de temperatură 1300...2000°C	Servește la verificarea pirometrelor de radiație totală cl. I prin metoda comparării folosind radiatorul de tip corp negru
2	Pirometru optic monocromatic, etalon secundar de ord. II.	Eroarea maximă tolerată ±4,0°C pt. intervalul de temp. 800...1400°C; ±6,0 °C pt. intervalul de temperatură 1300 ...2000°C	Servește la verificarea pirometrelor de radiație totală, cl. II, prin metoda comparării, folosind radiatorul de tip corp negru
3	Termocuplu PtRh-18, etalon secundar de ord. II	Intervalul de temp.: 600...1800°C; eroarea max. tolerată: ±0,5...± 4,0°C	Servește la verificarea pirometrelor de radiație totală cl. I și II prin metoda comparării folosind radiatorul de tip corp negru
4	Termocuplu PtRh-Pt, etalon secundar de ord. II	Intervalul de temp.: 600...1200°C; eroarea maximă tolerată: ±1,5°C	Idem
5	Cuptoare electrice tubulare orizontale	Temperaturatura max. de lucru, în funcție de rezistența de încălzire; khantal, pînă la 1200°C; bare de silitră pînă la 1400°C; platină pînă la 1400°C; grafit pînă la 2000°C. Tubul inferior confecționat din material ceramic, rezistent la temperaturi mari cu cel puțin 10% față de temperatura max. de lucru, în funcție de rezistența de încălzire. Gradientul de temperatură pe lungimea corpului negru: ±3°C	Servește la verificarea pirometrelor de radiație totală cl. I și II prin metoda comparării cu pirometrul optic etalon sau cu termocuplul etalon, folosind ca sursă radiatorul de tip corp negru.
6	Corp negru	Material: oxid de aluminiu, zirconiu, oxid de magneziu, inox. Raportul dintre suprafața corpului negru și suprafața orificiului de vizare > 20. Emisivitate >0,99	Este sursă etalon de radiație ptr. verificarea pirometrelor de radiație totală prin metoda comparării cu pirometrul etalon
7	Compensatoare electrice de curent continuu	Clasă de precizie 0,02 pt. intervalul 0...10 mV, 0,01 pt. intervalul 10... 100 mV. Rezoluție 1 μV. Clasă de precizie: 0,005, interval de măsurare: 0...2 V. Rezoluțe: 1 μV	Servește la măsurarea t.t.e.m a termocuplurilor etalon a curentului prin lampa pirometrică a pirometrului etalon și a semnalului de ieșire al pirometrelor de verificat fără aparat indicator. Se pot folosi și aparate digitale cu caracteristici similare
8	Rezistoare etalon	Valori nominale: 0,1 Ω, 0,01 Ω. Clasă de precizie: 0,01	Servesc la măsurarea curentului prin lampa pirometrică a pirometrului etalon.

— verificarea construcției și a aspectului exterior, pct. 3.1; 3.2;

— verificarea inscripționării, pct. 3.2.2.; 3.2.4;

— verificarea caracteristicilor metrologice, pct. 3.3...3.7.

4.2 *Elemente și dispozitive auxiliare de măsurare pentru efectuarea verificării*

4.2.1 Operația de verificare a pirometrelor de radiație totală se efectuează utilizînd etaloanele, instalațiile de etalonare și dispozitivele auxiliare de măsurare prezentate în tabelul 3.

4.2.2 Erorile maxime tolerate ale etaloanelor utilizate în operația de verificare a pirometrelor de radiație totală, indiferent de construcția și principiul de funcționare al acestor etaloane sînt date în tabelul 4, în funcție de clasa pirometrelor supuse verificării.

Tabelul 4

Intervalul de măsurare °C	Eroare maximă tolerată a etalonului °C	
	clasa I	clasa II
600...12000	±2,5	±4,0
1200...2000	±4,0	±6,0

4.2.3 Toate etaloanele și mijloacele de măsurare auxiliare folosite în operația de verificare a pirometrelor de radiație totală trebuie să fie însoțite de certificate de etalonare.

4.3 *Condiții de efectuare a verificării*

La efectuarea verificării pirometrelor de radiație totală trebuie să se realizeze următoarele condiții de referință :

— temperatura ambiantă : 20±5°C ;

— umiditatea relativă a aerului : 65±15%.

4.4 *Efectuarea verificării*

4.4.1 Examinarea construcției și aspectului exterior

4.4.1.1 Verificarea aspectului exterior și a funcționării sistemului optic se efectuează vizual, urmărindu-se ca toate piesele lui să fie curate, fără defecte, piesele mobile să se deplaseze ușor, obiectivul și ocularul să asigure obținerea clarității imaginii sursei, diafragmele să fie corect plasate.

4.4.1.2 Verificarea inscripționării se face vizual pentru a constata dacă pe corpul pirometrului și pe aparatul indicator sau înregistrator sînt notate corect toate inscripțiile de la pct. 3.2.2 . . .3.2.4.

4.4.2 Determinarea caracteristicilor metrologice

4.4.2.1 La determinarea caracteristicilor metrologice ale pirometrelor de radiație totală se folosește una din metodele :

— verificarea prin comparare cu un pirometru optic etalon, utilizînd ca sursă radiatorul de tip corp negru, pentru intervalul de temperatură 800 . . .2000°C ;

— verificarea prin comparare cu un termocuplu etalon PtRh-Pt și PtRh—18, utilizînd ca sursă radiatorul de tip corp negru, pentru intervalul de temperatură 600 . . .1800°C.

4.4.2.2 Verificarea pirometrelor de radiație totală prin metoda comparării cu un pirometru optic monocromatic etalon, utilizînd ca sursă radiatorul de tip corp negru, pentru intervalul de temperatură 800 . . .2000°C.

4.4.2.2.1 Pentru efectuarea verificării pirometrelor de radiație totală prin metoda comparării cu un pirometru optic monocromatic etalon, utilizînd ca sursă radiatorul de tip corp negru, se realizează montajul din fig. 3, în care :

1 — cuptor electric ; 2 — pirometru optic monocromatic etalon ; 3 — corp negru ; 4 — autotransformator pentru alimentarea cuptorului cu un curent electric reglabil ; 5 — pirometru de verificat.

OBSERVAȚIE : Este admisă și folosirea cuptoarelor corp negru cu vizarea dintr-o singură parte cu condiția ca dispozitivul suport pentru aducerea celor două pirometre în fața corpului negru să asigure vizarea riguroasă a aceleiași suprafețe.

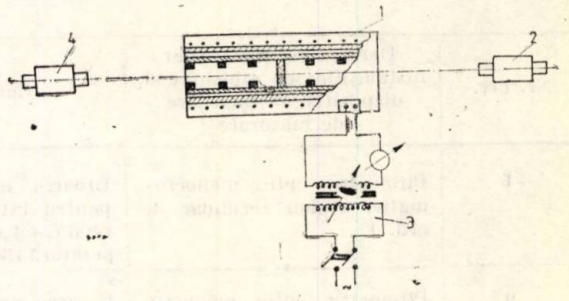


Fig. 3

4.4.2.2.2 Se curăță părțile exterioare ale sistemelor optice ale celor două pirometre (etalon și de verificat) cu alcool și apoi se șterg cu o bucată de piele de căprioară.

4.4.2.2.3 Se montează cele două pirometre (etalon și de verificat) de o parte și de alta a cuptorului cu corpul negru, dacă acesta este construit pentru a se efectua vizarea prin ambele capete sau pe dispozitivul suport pentru aducerea celor două pirometre în fața corpului negru, cînd acesta se vizează dintr-o singură parte. Pirometrul de radiație totală de verificat se montează la distanța de 1,00 ± 0,02 m de la orificiul corpului negru, diametrul orificiului fiind egal cu indicele de vizare multiplicat cu distanța (în acest caz 1 m). Dacă în documentația tehnică a pirometrelor se indică altă distanță decît 1,00 m, atunci pirometrul se montează la acea distanță, iar diametrul orificiului corpului negru se selectează în funcție de acea distanță. Pirometrul se poziționează în așa fel încît axa lui optică să treacă prin centrul diafragmei care delimitează orificiul corpului negru.

4.4.2.2.4 Se efectuează circuitul electric din fig. 4 pentru pirometrul optic monocromatic etalon, în care :

1 — lampa pirometrică a pirometrului etalon ; 2 — rezistor etalon ; 3 — compensator electric

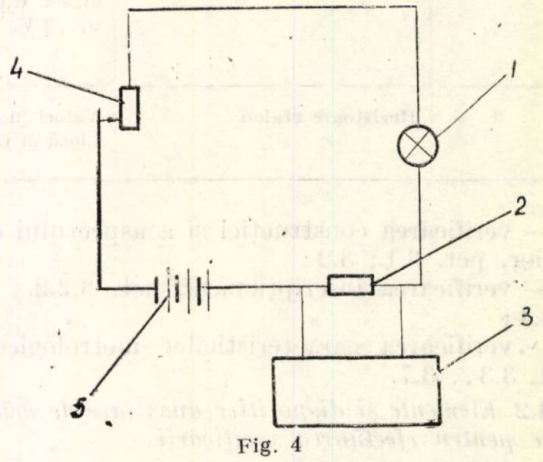


Fig. 4

de curent continuu ; 4 — reostat pentru reglarea curentului ; 5 — baterii de alimentare.

4.4.2.2.5 Se vizează prin ocularul pirometrului etalon și se reglează pînă se obține o imagine clară a suprafeței orificiului corpului negru

4.4.2.2.6 Se crește temperatura corpului negru pînă la valoarea la care se efectuiează verificarea pirometrului de radiație totală. Verificarea erorii de justețe a pirometrelor de radiație totală se efectuează la temperaturile indicate în tabelul 5.

Tabelul 5

Intervalul de temperatură °C	Temperatura corpului negru °C	Variația admisă a temp. corpului negru °C	Viteza de variație admisă a temp. corpului negru °C/s
600...1200	600*; 800; 1000; 1200; 1400; 1600; 1800; 2000.	±10	0,05
		±10	0,05

* La această valoare a temperaturii, pirometrele de radiație totală se verifică numai prin metoda de la pct. 4.4.2.3.

OBSERVAȚIE: Pentru pirometrele de radiație totală la care intervalul de măsurare, inscripționat pe pirometru sau specificat în documentația tehnică este altul decît cel indicat în tabelul 5 verificarea erorii de justețe se efectuează la cel puțin 4 temperaturi în care se includ, obligatoriu, limita inferioară, limita superioară a intervalului de măsurare și cel puțin două temperaturi egal repartizate în intervalul de măsurare.

4.4.2.2.7 Se efectuează 5 măsurări ale temperaturii corpului negru cu pirometrul etalon și 4 măsurări ale aceleiași temperaturi cu pirometrul de radiație totală de verificat, alternîndu-se aceste măsurări.

Temperatura convențional adevărată a corpului negru se determină din certificatul de etalonare al pirometrului etalon, în funcție de valoarea curentului care trece prin lampa pirometrică.

O măsurare a temperaturii corpului negru cu pirometrul etalon reprezintă media aritmetică a două citiri efectuate astfel: prima citire se face crescînd curentul prin lampa pirometrică a pirometrului etalon pînă la obținerea egalizării luminanței filamentului lămpii pirometrice cu luminanța cavității corpului negru, iar a doua citire se face reducînd curentul prin lampa pirometrică pînă la obținerea egalizării luminanțelor.

OBSERVAȚII: Toate măsurările temperaturii corpului negru cu pirometrul etalon se efectuează cu filtrul roșu introdus în cîmpul vizual.

2. Pentru verificarea pirometrelor în intervalul 1400... 2000°C în cîmpul vizual al pirometrului optic etalon se introduce, în mod obligatoriu, filtrul neutru absorbant pentru acest interval.

4.4.2.3 Verificarea pirometrelor de radiație totală prin metoda comparării cu un termocuplu etalon (PtRh-Pt, PtRh—18), utilizînd a csursă radiatorul de tip corp negru, pentru intervalul de temperatură 600...1800°C

4.4.2.3.1 Pentru efectuarea verificării pirometrelor de radiație totală prin metoda comparării cu un termocuplu etalon, utilizînd ca sursă radiatorul de tip corpnegru, se utilizează montajul din fig. 3, cu deosebirea că în locul pirometrului optic etalon se folosește un termocuplu etalon (PtRh-Pt, PtRh—18). În cadrul acestei metode se folosesc numai corpuri negre cu vizarea pe o singură parte.

4.4.2.3.2 Schema electrică de măsurare a t.t.e.m. a termocuplului etalon se realizează conform NTM 5—05—82.

4.4.2.3.3 Temperatura convențional adevărată a corpului negru se determină din certificatul de etalonare al termocuplului etalon, în funcție de valoarea t.t.e.m. generată de termocuplul etalon și măsurată cu compensatorul.

4.4.2.3.4 Modul de efectuare a măsurărilor se face ca la pct. 4.4.2.2.7, pentru temperaturile indicate în tabelul 5.

4.4.2.4 Determinarea erorii de fidelitate

4.4.2.4.1 Determinarea erorii de fidelitate se efectuează la trei temperaturi corespunzătoare limitei inferioare, limitei superioare și mijlocul intervalului de temperatură al pirometrului, printr-una din metodele de la pct. 4.4.2.2 și 4.4.2.3.

4.4.2.4.2 Se efectuează 11 măsurări ale temperaturii corpului negru t_0, cu pirometrul etalon sau cu termocuplul etalon și 10 măsurări ale temperaturii indicate de pirometrul de radiație totală de verificat, alternîndu-se aceste măsurări.

4.4.2.5 Determinarea erorii suplimentare datorată creșterii diametrului cîmpului de vizare cu 50% față de indicele nominal de vizare.

4.4.2.5.1 Pentru determinarea erorii suplimentare datorată creșterii diametrului cîmpului de vizare cu 50% față de indicele nominal de vizare se folosește radiatorul de tip corp negru de la pct. 4.4.2.2, la care diametrul orificiului de vizare este de 1,5 ori diametrul nominal rezultat din indicele nominal de vizare al pirometrului.

4.4.2.5.2 Se poziționează pirometrul de verificat în fața radiatorului așa cum este specificat la pct. 4.4.2.2.3.

4.4.2.5.3 Se folosește temperatura corpului negru la una din valorile din tabelul 5, în funcție de intervalul de măsurare al pirometrului de verificat.

4.4.2.5.4 Se efectuează măsurările ca la pct. 4.4.2.2.7, obținîndu-se pentru indicațiile pirometrului de verificat, media $\bar{t}_1$, după care se micșorează diafragma care delimitează diametrul orificiului cavității și se repetă măsurările, obținîndu-se, pentru pirometrul de verificat, valoarea medie a temperaturii $\bar{t}_2$.

4.4.2.6 Determinarea erorilor suplimentare de temperatură

4.4.2.6.1 Pentru determinarea erorilor suplimentare de temperatură determinate de variația temperaturii ambiante se procedează ca la pct. 4.4.2.5.2 și 4.4.2.5.3.

4.4.2.6.2 Se circulă în sistemul de răcire al pirometrului apă la temperatura de 20±0,5°C, timp de 30 minute.

4.4.2.6.3 Se efectuează măsurări ca la pct. 4.4.2.2.7.

4.4.2.6.4 Se crește temperatura apei de răcire pînă la 30±0,5 °C, după care se efectuează din nou măsurări ca la pct. 4.4.2.2.7.

4.4.2.6.5 Se repetă operațiile de mai sus pentru toate temperaturile ambiante, multiplii de 10°C din intervalul temperaturilor ambiante în care funcționează pirometrul, specificat în documentația tehnică.

5. Prelucrarea și prezentarea rezultatelor verificării

5.1 Rezultatele obținute la verificarea pirometrelor de radiație totală se prelucrează și se prezintă după cum urmează :

5.1.1 *Determinarea erorii de justețe*

5.1.1.1 Se calculează media aritmetică a temperaturii convențional adevărate $\bar{t}_e$, a celor 5 măsurări efectuate la pct. 4.4.2.2.7 cu pirometrul etalon sau cu termocuplul etalon ca la pct. 4.4.2.3.3.

5.1.1.2 Se calculează media aritmetică a celor 4 măsurări ale temperaturii indicate de pirometrul de verificat $\bar{t}_v$.

5.1.1.3 Se calculează eroarea de justețe a pirometrului pentru temperatura la care se efectuează verificarea :

$$E = \bar{t}_v - \bar{t}_e$$

5.1.1.4 Se repetă operațiile de mai sus pentru toate temperaturile indicate în tabelul 5, la care se efectuează verificarea pirometrelor de radiație totală, în funcție de intervalul de măsurare și se determină erorile de justețe ale pirometrului, care se compară cu valorile din tabelul 1. Dacă erorile de justețe depășesc valorile din documentația tehnică pentru un tip concret de pirometru, acesta se respinge.

5.1.2 *Determinarea erorii de fidelitate*

5.1.2.1 Din măsurările efectuate ca la pct. 4.4.2.4.2. se calculează diferența δ_i, pentru fiecare temperatură indicată de pirometrul de verificat t_i, astfel :

$$\delta_i = t_i - \frac{1}{2}(t_{0i} + t_{0(i+1)}),\ (i = 1,2,\ldots 10)$$

unde t_{0i} și $t_{0(i+1)}$ sînt temperaturile corpului negru, măsurate cu pirometrul etalon sau cu termocuplul etalon, înainte și după măsurarea temperaturii indicate de pirometrul de verificat t_i.

5.1.2.2 Se calculează valoarea medie $\bar{\delta}$ a valorilor δ_i.

5.1.2.3 Se calculează valoarea medie pătratică a erorilor de fidelitate, cu relația :

$$\sigma = \frac{1}{3}\sqrt{\sum_{i=1}^{10}(\delta_i - \bar{\delta})^2}$$

pentru temperaturile indicate la pct. 4.4.2.4.1.

5.1.2.4 Dacă erorile de fidelitate depășesc 2/3 din erorile de justețe maxime tolerate, pirometrul se respinge.

5.1.3 *Determinarea erorii suplimentare datorată creșterii diametrului cîmpului de vizare*

5.1.3.1 Se calculează media aritmetică $\bar{t}_1$, a indicațiilor pirometrului de verificat, obținute la pct. 4.4.2.5.4 și media aritmetică $\bar{t}_2$, a indicațiilor pirometrului cu diafragma micșorată.

5.1.3.2 Se calculează eroarea suplimentară datorată creșterii diametrului cîmpului de vizare : $E_s = \bar{t}_2 - \bar{t}_1$

Dacă eroarea suplimentară depășește ±10°C, pirometrul se respinge.

5.1.4 *Determinarea erorilor suplimentare de temperatură*

5.1.4.1 Se calculează eroarea de justețe a pirometrului (pentru temperatura de referință de 20°C) la temperatura stabilită ca la pct. 4.4.2.5.3, E_{20}.

5.1.4.2 Se calculează eroarea pirometrului pentru temperatura ambiantă de 30±0,5°C, ca la pct. 5.1.1.3, E_{30}.

5.1.4.3 Diferența $E_{30} - E_{20}$ determină eroarea suplimentară cauzată de variația temperaturii ambiante de la temperatura de referință (20°C) la 30°C.

5.1.4.4 Se procedează în mod similar pentru toate temperaturile ambiante multiplii de 10°C, obținîndu-se erorile suplimentare corespunzătoare.

Dacă erorile suplimentare de temperatură depășesc valorile din tabelul 2 sau valorile specificate în documentația tehnică a pirometrelor, acestea se resping.

6. Marcarea

6.1 Pirometrele de radiație totală care satisfac în totalitate condițiile din prezenta normă tehnică de metrologie se marchează cu marca metrologică de verificare.

6.1.1 Marca metrologică de verificare se aplică pe carcasa pirometrului, iar în cazul în care aparatul indicator este separat, marca metrologică de verificare se va aplica pe aparatul indicator cît și pe corpul pirometrului.

6.2 Pirometrele de radiație totală care nu îndeplinesc condițiile din prezenta normă tehnică metrologică se resping, întrebuințarea lor fiind interzisă. În buletinul de verificare se înscrie „respins" și motivul respingerii.

MIJLOACELE DE MĂSURARE CĂRORA LI S-A ACORDAT APROBARE DE MODEL ÎN ANUL 1991 (I)

În domeniul : **MĂRIMILOR GEOMETRICE**

1. Aparat cu comparator pentru măsurat grosimi tip AG—45, cu aprobare provizorie de model nr. 5206/1991 pînă la 31.12.1991, pentru S.C. Mecanică Fină S.A. București

Caracteristici principale :
— valoarea diviziunii : 0,01 mm
— interval de măsurare : 0 . . .30 mm

2. Lentile sferice — etaloane de putere frontală, cu aprobare de model nr. 5242/1991, pentru Centrul de Cercetări și Proiectări pentru Industria Optică București

Caracteristici principale :
— valori nominale : —25 ; —20 ; —15 ; —10 ; —5 ; 5 ; 10 ; 15 ; 20 ; 25 dpt
— indice de refracție : 1,525±0,002

3. Etaloane de putere prismatică — truse, cu aprobare de model nr. 5243/1991, pentru Centrul de Cercetări și Proiectări pentru Industria Optică București

Caracteristici principale :
— valori nominale : 5 ; 10 ; 15 dpt

4. Frontifocometru de atelier tip FA—1, cu aprobare provizorie de model nr. 5241/1991 pînă la 01.07.1992, pentru Centrul de Proiectări și Cercetări pentru Industria Optică București

Caracteristici principale :
— interval de măsurare a puterii prismatice : 0 . . .15 dpt
— interval de măsurare a puterii frontale : —30 . . .+26 dpt

5. Dispozitiv de metrat tip DM—02, cu aprobare provizorie de model nr. 5217/1991 pînă la 31.03.1992, pentru Fabrica de Echipamente Periferice București

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 . . .999,999 m
— rezoluție : 0,01 m
— clasă de precizie : 3

6. Raportor optic, cu aprobarea de model nr. 1850/1991, pentru SC Mecanică Fină SA București

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 . . .360°
— valoarea diviziunii : 5′
— cu echipament optic RDG

7. Microscop de atelier tip MA 001 și MA 005 cu aprobare provizorie de model nr. 5233/1991 pînă la 30.06.1992, pentru Centrul de Cercetări și Proiectări pentru Industria Optică București

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 150 × 75 mm
— valoarea diviziunii : 0,001 mm și 0,005 mm

8. Dispozitiv pentru măsurarea deformațiilor mari tip AM și LM, cu aprobare de model prototip nr. 5216/1991, pentru Institutul de Cercetări în Construcții București

Caracteristici principale :
— interval de măsurare al deformațiilor AM ± 5 mm ; respectiv LM 0 . . .5 mm
— linearitate : ± 5%
— fidelitate : ± 1,5%

9. Traductor extensometric tip TEM—TI—02, cu aprobare de model prototip nr. 5260/1991, pentru SC FAST ECO SA București

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 . . .10 mm
— baza de măsurare : 100 mm
— clasă de precizie : C

10. Aparat pentru determinarea neuniformității depunerilor pe electrozii de sudură tip EES—1, cu aprobare de model prototip nr. 5245/1991, pentru Institutul de Cercetări pentru Mecanică Fină și Scule București

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 . . .0,3 mm
— rezoluție : 0,01 mm
— eroare de justețe : ±0,015 mm

11. Comparator Rockwell cu cuplaj de repoziționare la zero, cu aprobarea de model nr. 3198/1991, pentru SC Mecanică Fină SA București

Caracteristici principale :
— valoarea diviziunii : 0,01 mm
— interval de măsurare : 0 . . .2,5 mm
— forța de măsurare : 150 ± 50 cN

12. Echipament specializat pentru măsurarea diametrului final al filierelor, cu aprobare provizorie de model nr. 4693/1991 pînă la 30.09.1992, pentru Institutul de Cercetări și Proiectări Mecanică Fină și Scule București

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0,15 . . .6 mm
— eroare de fidelitate : ± 0,0015 mm
— rezoluție : 0,001 mm

13. Nivelă cu microscop, cu aprobare provizorie de model nr. 4869/1991 pînă la 30.04.1994, pentru Industria Optică Română

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : —120° . . . +120°
— valoarea diviziunii vernier optic : 1′
— valoarea diviziunii fiolă longitudinală : 30″

14. Traductor de deplasare poziție-curent tip TDPC—1 (3), cu aprobare provizorie de model nr. 5156/1991 pînă la 01.03.1993, pentru Întreprinderea de Aparate de Măsură și Control Vaslui
Caracteristici principale :
— mărime de intrare : 0° . . .270°
— semnal de ieșire : 4 . . .20 mA
— rezistența de sarcină : 200 Ω

15. Nivelă cu coincidență tip NNC, cu aprobare provizorie de model nr. 4870/1991 pînă la 31.03.1992, pentru Întreprinderea Optică Română București
Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 . . .20 mm/m
— valoarea diviziunii indicare înclinare : 1 mm/m
— valoarea diviziunii tambur șurub micrometric : 0,01 mm/rot

16. Sticle plan paralele tip SP1, SP2, SP3 și SP4, cu aprobare de model nr. 2394/1991, pentru Întreprinderea Optică Română București

17. Sticle plane tip SP1 și SP2, cu aprobare de model nr. 2393/1991, pentru Întreprinderea Optică Română București

18. Traductor pentru măsurarea abaterii laterale a muchiei tăietoare a discului diamantat tip TALD—100, cu aprobare provizorie de model nr. 4923/1991 pînă la 31.12.1992, pentru Institutul de Cercetări și Proiectări pentru Electrotehnică, filiala Iași
Caracteristici principale :
— interval inițial de porționare : min 0,2 mm
— interval de indicare : ± 50 μm
— rezoluție : 0,1 μm

19. Comparator Ø 60 mm cu aprobare de model nr. 2563/1991, pentru SC Mecanică Fină SA București
Caracteristici principale :
— cursa de măsurare : 0 . . .30 mm
— valoarea diviziunii : 0,01 mm

20. Stand pentru etalonarea traductoarelor de direcție vînt, cu aprobare de model nr. 5228/1991, pentru Institutul Național de Meteorologie și Hidrologie București
Caracteristici principale :
— interval : 0 . . .360°
— valoarea diviziunii : 6′

21. Masă din andezit cu dispozitiv de control între vîrfuri, cu aprobare de model prototip nr. 5290/1991, pentru SC MES SA Suceava
Caracteristici principale :
— 1000 × 630 × 160 mm
— clasă 000
— lungime max. 600 mm
— diametru max. 250 mm
— greutate max. 50 kg pentru piesa controlată

22. Micrometru pentru alezaje cu citire directă, cu aprobare de model provizorie nr. 2876/1991 pînă la 31.12.1992, pentru SC Mecanică Fină SA București
Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 125 · · ·307 mm
— valoarea diviziunii : 0,005 mm

23. Micrometru pentru alezaje cu citire directă, cu aprobarea provizorie de model nr. 3707/1991 pînă la 31.07.1992, pentru SC Mecanică Fină SA București
Caracteristici principale :
— interval de măsurare al alezajelor : 18 . . .125 mm
— valoarea diviziunii : 0,002 mm

24. Micrometru pentru alezaje cu citire directă, cu aprobare de model nr. 4480/1991, pentru SC Mecanică Fină SA București
Caracteristici principale :
— intervale de măsurare : Ø19 . . .Ø25 mm; Ø116 . . .Ø129 mm
— valoarea diviziunii : 0,01 mm

25. Trusă de testare oftalmologică OFTALMOTEST", cu aprobarea provizorie de model nr. 5108/1991 pînă la 31.07.1992, pentru Întreprinderea Optică Română București
Caracteristici principale :
Intervale de măsurare :
— putere sferică —20 . . .+20 dpt
— putere cilindrică — 6 . . .+ 6 dpt
— putere prismatică 1 . . .10 dpt

26. Aparat pentru măsurarea bătăii radiale și frontale a roților dințate tip ABRF—300 I, cu aprobare de model prototip nr. 5292/1991, pentru SC MES SA Suceava
Caracteristici principale :
— diametrul max. al roții dințate : 300 mm
— modulul $m = 1 . . .6$ mm
— valoarea diviziunii comparatorului : 0,002 mm

27. Aparat de măsurat grosimi cu ultrasunete tip AMG—01, cu aprobarea de model prototip nr. 5301/1991, pentru Institutul de Fizică Tehnică Iași
Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 2 . . .20 mm
— rezoluție : 0,1 mm

28. Comparator Ø 60 mm cu scară gradată bilaterală, cu aprobare de model nr. 2656/1991 pentru SC Mecanică Fină SA București
Caracteristici principale :
— interval de măsurare : ± 0,0060 mm
— valoarea diviziunii : 0,001 mm
— clasă de precizie : 2

29. Micrometru pentru alezaje cu citire directă, cu aprobare de model nr. 2876/1991, pentru SC Mecanică Fină SA București

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 125 . . .307 mm
— valoarea diviziunii : 0,005 mm

30. Micrometru pentru alezaje cu citire directă, cu aprobare de model nr. 4578/1991, pentru SC Mecanică Fină SA București
Caracteristici principale :
— interval de măsurare al alezajelor : 18 . . .128 mm
— valoarea diviziunii : 0,002 mm

31. Aparat de măsurat și trasat pe verticală tip RV 600, cu aprobare de model nr. 3998/1991, pentru SC Mecanică Fină SA București

32. Traductor inductiv de măsurare tip TI 2—BB Ti—8/16—AV), cu aprobare de model nr. 2513/1991, pentru SC Mecanică Fină SA București
Caracteristici principale :
— intervale de măsurare : ± 200 μm și ± 20 μm
— eroare de liniaritate : ± 1%
— clasă de precizie : 1

În domeniul **VOLUME**

1. Instalație etalon cu contor pentru lichide, cu aprobare de model nr. 5287/1991, pentru SC VINICO SA Constanța
Caracteristici principale :
— lichid de lucru : apa
— debit max. 250 dm^3/min
— debit min. 25 dm^3/min
— eroare de justețe : ± 0,2%
— contor Teltow nr. 12719/82

2. Contor volumetric cu roți ovale (fabricație Teltow) cu aprobare de model pentru import nr. 5316/1991, pentru Șantierul Naval Galați
Caracteristici principale :
— diametrul nominal : Ø 32 mm
— debit max. : 80 dm^3/min
— debit min. : 8 dm^3/min
— precizie : 2,5%
— temperatura lichidului de lucru : 50... 180°C

3. Aparat pentru alimentat autovehicule tip TOKHEIM model TCS-324 A, cu aprobare provizorie de model nr. 5246/1991 pînă la 30.06. 1992, pentru Centrala PECO

În domeniul : **M A S E**

1. Balanță pentru numărat piese mici de 10 kg tip MB-Z-457, cu aprobare provizorie de model nr. 5169/1991 pînă la 01.09.1991, pentru Institutul de Cercetări și Proiectări Mecanică Fină și Scule, filiala Sibiu
Caracteristici principale :
— limita max. de cîntărire : 10 kg
— limita min. de cîntărire : 50 g
— valoarea diviziunii : 1 g

2. Balanță pentru numărat piese foarte mici de 1 kg tip MB-Z-456, cu aprobare provizorie de model nr. 5168/1991 pînă la 01.09.1991, pentru Institutul de Cercetări și Proiectări Mecanică Fină și Scule, filiala Sibiu
Caracteristici principale :
— limita max. de cîntărire : 1 kg
— limita min. de cîntărire : 5 g
— valoarea diviziunii : 0,1 g

3. Truse mase etalon pentru verificarea dinamometrelor tip DP 810 tip A și B cu aprobarea de model nr. 5244/1991, pentru SC Mecanică Fină SA București

4. Balanță semiautomată electronică de 20 kg tip PREMA-20, cu aprobare provizorie de model nr. 5293/1991, pînă la 31.12.1992, pentru SC ELMET SA Cluj Napoca
Caracteristici principale :
— limita max. de cîntărire : 20 kg
— limita min. de cîntărire : 0,1 kg
— valoarea diviziunii : 0,005 kg

5. Balanță electronică SL 21-RO ordinul III, cu aprobare de model nr. 5274/1991 pînă la 31.12.1995, pentru firma TEC-Japonia
Caracteristici principale :
— limita max. de cîntărire : 15 kg
— limita min. de cîntărire : 0,040 kg
— valoarea diviziunii : $d = 0{,}005$ kg (0,002 kg)

6. Balanță de perete tip gospodărie MB-S—172, cu aprobare provizorie de model nr. 5261/1991 pînă la 30.06.1992, pentru SC Balanța SA Sibiu
Caracteristici principale :
— limita max. de cîntărire : 3 kg

7. Balanță electronică cu indicarea prețului DETECTO-USA model PC—31 kg cu aprobare de model import 5321/1991, pentru ALLTROM SRL București
Caracteristici principale :
— limita max. de cîntărire : 15 kg
— limita min. de cîntărire : 0,1 kg
— valoarea diviziunii : 5 g

8. Balanță electronică marca DETECTO-USA model PC 21 kg, cu aprobare de model import nr. 5322/1991, pentru ALLTROM SRL
Caracteristici principale :
— limita max. de cîntărire : 6 kg
— limita min. de cîntărire : 0,04 kg
— valoarea diviziunii : 2 g

9. Balanță electronică marca DETECTO-USA model PC—11 kg, cu aprobare de model import nr. 5323/1991, pentru ALLTROM-SRL
Caracteristici principale :
— limita max. de cîntărire : 3 kg
— limita min. de cîntărire : 0,02 kg
— valoarea diviziunii : 1 g

În domeniul : **FORȚE, DURITĂȚI, ÎNCERCĂRI MECANICE ALE MATERIALELOR**

1. Dinamometru tehnic cu pîrghie DP 810 tip B, cu aprobare provizorie de model

nr. 5235/1991 pînă la 31.12.1992, pentru SC Mecanică Fină SA București

Caracteristici principale :

— măsurarea forței cu element elastic

— 3 tipodimensiuni cu sarcina max. 5, 10, 20 N

2. Plăcuțe etalon de duritate superficială scara Rockwell 30 N și 15 N, cu aprobare de model nr. 5239/1991, pentru Institutul de Cercetări Metalurgice, filiala Timișoara

Caracteristici principale :

— durități cuprinse în intervalul : 70... ...75 RN 15 ; 78...88 RN 15 ; 89...94 RN 15 ; 42...50 RN 30 ; 55...73 RN 30 ; 75...80 RN 30 ; 21...31 RN 45 ; 37...61 RN 45 ; 63...70 RN 45

3. Celule de sarcină cu tensorezistoare pentru măsurat forțe, cu aprobare de model prototip nr. 5183/1991, pentru Institutul de Cercetări și Proiectări pentru Mecanică Fină și Scule București

Caracteristici principale :

— sarcina nominală : 1000 ; 2500 ; 5000 ; 10000 daN

— punte completă cu 4 TER de 350 Ω

— sensibilitate : 2 mV/V

4. Mașină etalon de forță cu încărcare directă, cu aprobare de model unicat nr. 5257/1991 pentru Intreprinderea Mecanică Nicolina Iași

Caracteristici principale :

— jug echilibrat

— forța max. 50 kN

— incertitudine : $\pm 10^{-5}$

— etalon primar în domeniul forțe

5. Dinamometru tehnic cu pîrghie tip DP 810 A cu aprobare provizorie de model nr. 5294/1991 pînă la 30.12.1993, pentru SC Mecanică Fină SA București

Caracteristici principale :

— măsurarea forței cu element elastic

— 8 tipodimensiuni cu sarcina max. : 0,05 ; 0,1 ;0,2 ; 0,3 ; 0,5 ; 1,0 ; 1,5 și 2,5 kN

6. Aparat pentru determinarea plasticității garniturilor, cu aprobare de model unicat nr. 5317 pentru Institutul de Cercetări și Proiectări Mecanică Fină și Scule, filiala Sibiu

Caracteristici principale :

— sarcini inițiale : 4,45 N ; 22,24 N

— sarcini totale : 222,4 N ; 355,9 N ; 444,8 N ; 1112,0 N

7. Aparat Vickers (Echipament Metascop 1 A), cu aprobarea de model prototip nr. 5346/1991, pentru FAST, filiala Suceava

Caracteristici principale :

— scări HV—0,2 ; HV—0,5 ; HV—1

8. Aparat pentru încercarea durității dinamico-elastice tip DURIN, cu aprobare model prototip nr. 5284/1991 pentru Institutul de Cercetări și Proiectări Electrotehnice, filiala Iași

Caracteristici principale :

— diametrul percutorului : 4 mm

— masa percutorului : 4,8 g

— interval de măsurare : 550...900 HT

În domeniul : **PRESIUNI**

1. Manometru Ø 160 diferențial cu două cadrane, cu aprobare provizorie de model nr. 5196/1991 pînă la 31.03.1993, pentru Intreprinderea de Aparate de Măsură și Control Vaslui

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 0...1,6 și 0...250 bar

— clasa de precizie : 2,5

2. Manometru indicator Ø 160 cu contacte inductive, cu aprobare provizorie de model nr. 5196/1991 pînă la 31.03.1992, pentru Intreprinderea de Aparate de Măsură și Control Vaslui

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 0...2,5 ; 0...100 și 0...1000 bar

— clasă de precizie : 1,6

3. Manometru înregistrator cu două tuburi Bourdon, cu aprobarea provizorie de model nr. 5209/1991 pînă la 31.13.1992, pentru Intreprinderea de Panouri și Elemente de Automatizare Ploiești

Caracteristici principale :

— diametrul exterior : 324 mm

— intervale de măsurare : 0...40 și 0...100 bar

— clasă de exactitate : 2,5

4. Traductor de presiune tip PR—01, cu aprobare provizorie de model nr. 5195/1991 pînă la 31.12.1992, pentru Institutul de Fizică Tehnică Iași

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 0...10 și 0...400 bar

— clasă de exactitate : 0,6

5. Traductor piezoelectric de injecție cu modul multiflexor de semnal tip TPI-MMAS, cu aprobare provizorie de model nr. 5161/1991 pînă la 31.12.1992, pentru Institutul de Cercetări în Transporturi București

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 5...50 MPA

— clasă de exactitate : 4

6. Echipament de măsurare și înregistrare a presiunii EMIP 800 și EMIP 1600, cu aprobare provizorie de model nr. 4863/1991 pînă la 15.09.1993, pentru Institutul de Proiectări și Cercetări Utilaj Petrolier Ploiești

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 0...800 bar și 0...1600 bar

— clasă de exactitate : 2,5

7. Traductor de presiune interstițială tip TPI—2 cu aprobare de model nr. 3203/1991 pentru Institutul de Cercetări și Modernizări Energetice București

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 0...2 bar

— clasă de exactitate : 1,6

8. Manometru cu rezervor și tub înclinat MRT 1, cu aprobare de model nr. 5299/1991, pentru Institutul Național de Metrologie București

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0...40 mm H_2O
— clasă de exactitate : 2,5

9. Înregistrator local de presiune diferențială cu diafragmă circulară tip RLC, cu aprobare de model nr. 4858/1991, pentru Intreprinderea de Elemente Pneumatice și Aparate de Măsură Bîrlad

Caracteristici principale :
— intervale de măsurare pentru presiune difrențială : 0...6000 mm H_2O
— clasă de exactitate : 1

10. Manometre indicatoare Ø 160 mm pentru semnal unificat, cu aprobare provizorie de model nr. 5036/1991 pînă la 31.03.1993, pentru SC Mecanică Fină SA București

Caracteristici principale :
— destinație : CNE
— interval de măsurare : 0,2...1 bar
— clasă de exactitate : 1,6

11. Manometre indicatoare Ø 160 mm, cu aprobare provizorie de model nr. 5037/1991 pînă la 31.03.1993, pentru SC Mecanică Fină SA București

Caracteristici principale :
— destinație : CNE
— intervale de măsurare : 0...1 bar ; 0... ...100 bar ; 0...250 bar
— clasă de exactitate : 1

12. Traductor de presiune cu senzor piezoelectric tip TPJP 01 ASAL cu aprobare model prototip nr. 5333/1991 pentru Institutul de Proiectări pentru Automatizări

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0...2,5 MPa
— clase de exactitate : 0,6 și 0,4

13. Manometru indicator Ø 160 mm cu membrană de separație tip MM E5TR și MMS 4/25R, cu aprobare de model nr. 4050/1991, pentru Intreprinderea de Aparate de Măsură și Control Otopeni

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0...25 bar
— clasă de exactitate : 2,5

14. Manometru pentru comparator RIV Ø 120 și Ø 160, cu aprobare de model prototip 5271/1991 pentru Institutul de Cercetări și Proiectări Mecanică Fină și Scule București

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : $-50... +50$ μm
— clasă de exactitate : 1

15. Vacuumetru de presiune absolută Quadruvac CE—100V, cu aprobare provizorie de model nr. 5027/1991, pentru Institutul de Tehnologie a Izotopilor Moleculari Cluj Napoca

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : $1 \times 10^{-2} ... 5 \times \times 10^{-6}$ Pa
— eroare de bază max. admisibilă : $\pm 50\%$ ($1 \times 10^{-2} ... 1 \times 10^{-3}$) Pa și $\pm 30\%$ ($1 \times 10^{-3} ... ...5 \times 10^{-6}$) Pa

16. Manometru indicator Ø 100 mm, cu contacte electrice, cu aprobare provizorie de model nr. 5296 și 5297/1991 pînă la 31.12.1992, pentru Intreprinderea de Aparate de Măsură și Control Vaslui

Caracteristici principale :
— intervale de măsurare : 0...2,5 ; 0...100 bar, pentru medii neutre
— intervale de măsurare : 0...2,5 ; 0...100 și 0...1000 bar pentru medii corozive
— clasă de exactitate : 1,6

HEWLETT PACKARD HEPARDIMPEX

Avem plăcerea să vă informăm că firma HEPARDIMPEX—S.R.L. este reprezentanță oficială în România a cunoscutei firme HEWLETT PACKARD—SUA., prin preluarea activității de marketing, consultanță și service. Avînd în vedere interesul tot mai mare manifestat de beneficiari pentru produsele acestei firme, dorim să vă prezentăm ultimele realizări în domeniul aparatelor de măsură electronice oferite de HEWLETT PACKARD—SUA în 1992.

HP 53310A ANALIZOR DE MODULAȚIE

La un preț avantajos, analizorul de modulație HP 53310A permite măsurări de frecvență (10 Hz... 2,5 GHz, pe trei canale) și de perioadă (+ 20 ns ... + 1 s în modul + Time și − 0,5 s... + 0,5 s în modul ± Time) pentru o varietate de aplicații. Ușurința în operare este susținută de implementarea pe tastă a unor funcții de analiză (modulația vîrf-la-vîrf, frecvența purtătoarei și cea de modulație, memorarea a 10 măsurări succesive) și statistice (media, abaterea standard, funcții de probabilitate) permițînd caracterizarea semnalelor modulate și a instabilității. La acestea se adaugă baza dublă de timp, modul de operare auto și declanșat, măsurarea automată cu autoscalare, reprezentarea în funcție de timp sau ca histogramă, achiziție de pînă la 16 milioane de măsurări în modul fast histograms.

HP 54601A ȘI 54601A OSCILOSCOAPE

Osciloscoapele HP 5460010A și 54601A cu lărgimea de bandă de 100 MHz oferă o asociere unică a puterii de prelucrare digitală cu aspectul de afișare și tratare analogică. Sînt depășite astfel limitările osciloscoapelor analogice menținînd în același timp caracteristici ale tehnologiei analogice cum ar fi afișarea la timp real și operarea interactivă, HP 54600A, cu 2 canale, beneficiind de o operare simplă, este perfect adaptat pentru utilizarea în producție, asistență pe teren și învățămînt, în timp ce HP 54601A, cu 4 canale, este destinat aplicațiilor de laborator de cercetare și proiectare în care se folosesc circuite digitale cu complexitate ridicată. Arhitectura cu 3 procesoare și asocierea cu module specializate și de interfață HP-IB sau RS-232 oferă facilități inaccesibile osciloscoapelor realizate în tehnologie analogică dintre care unele nemaiîntîlnite pînă acum chiar la cele realizate în tehnologie digitală cum ar fi timp negativ, memorare digitală, automatizarea măsurării, tipărirea pe imprimantă și asocierea cu un calculator personal.

HP 8146A REFLECTOMETRU PENTRU FIBRE OPTICE (OTDR)

HP 8146A este un reflectometru pentru fibre optice (OTDR) modular caracterizat prin îmbinarea între intervalul dinamic larg de pînă la 30 dB și lungimea de atenuare redusă la 30 m, la care se pot conecta module pentru fibra uni-mod de 1310 nm, 1550 mm și 1310/1550 nm. Se oferă de asemenea și module multimod. HP 8146A caracterizează conexiuni cu pînă la 100 de cuplaje reflective și non-reflective în mai puțin de 7 secunde. Pot fi detectate cuplajele de prelungire non-reflective cu pierderi mai mari de 0,05 dB (prag selectabil). Opțional se pot furniza o imprimantă și o unitate de disc pentru documentarea permanentă a liniilor măsurate, precum și un pachet de programe pentru analiza conexiunilor pe un calculator personal.

HP 8920A TESTOR PENTRU COMUNICAȚII RF

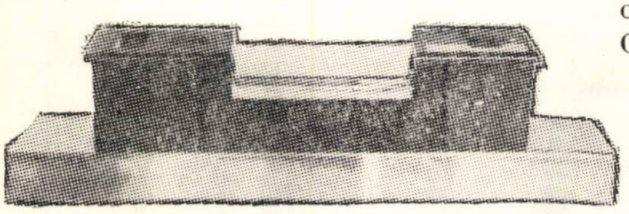
Testorul pentru comunicații RF HP 8920A este un aparat portabil, cu o construcție ce satisface cerințele de robustețe ale standardelor militare, care combină toate funcțiile necesare pentru testarea și repararea receptoarelor RF și sistemelor de comunicații pînă la 1 GHz, inclusiv emițătoare-receptoare MA/MF/BLU, receptoare de apel, repetoare, filtre, duplexoare, telefoane celulare și combinatoare. Aparatul are următoarele funcții separate : generator de semnal RF, analizor de modulație, power-metru, frecvențmetru, analizor audio, generator duplex, osciloscop digital, generator de funcții, 2 surse audio și ampermetru de curent continuu. Un codor/decodor opțional permite testarea blocurilor de squelch digital, a receptoarelor de apel și a radioreceptoarelor celulare. Un analizor de spectru sintetizat de înaltă performanță cu sensibilitatea de 2 μV și un generator cu urmărire opționale permit abordarea problemelor de interferență și intermodulație în afara emisiei.

HEPARDIMPEX
Reprezentanța autorizată HEWLETT PACKARD în România 77568 București — Sect. 6, Str. Apusului Nr. 35, Bl. D3, Apt. 9 Telefon: 69 70 80 * Fax: 12 02 94 * Telex 10440 hepar

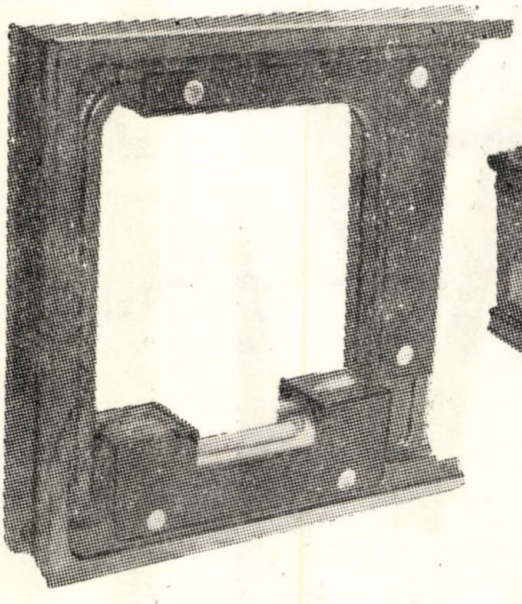
SOCIETATEA COMERCIALĂ

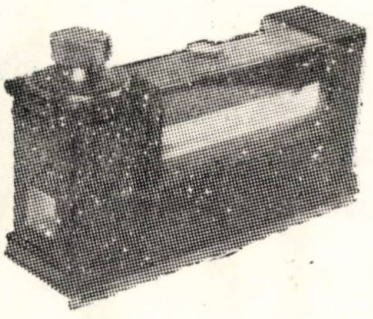
INDUSTRIA OPTICA ROMANA S.A.

produce și livrează microscoape industriale, medicale și de cercetare; aparate și instrumente pentru măsurări metrologice; aparatură stomatologică și de tehnică oftalmologică; linii tehnologice pentru montat lentile de ochelari; lentile de ochelari, inclusiv comenzi pentru rețete; aparate de proiecție CINE, EPI și DIA; aparate, obiective și accesorii foto.

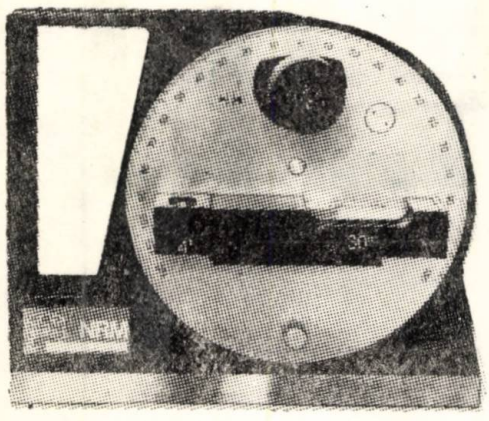


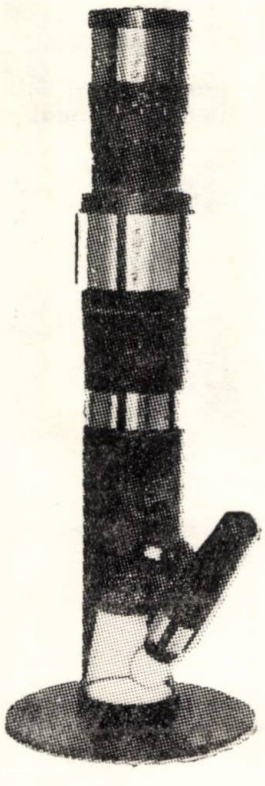
Vă prezentăm unul din domeniile noastre de activitate:

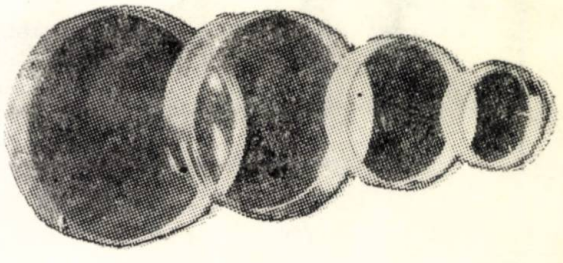




- **NIVELĂ CILINDRICĂ** — fabricată în 4 tipodimensiuni, diferențiate prin precizie de la 0,3 la 2 mm/m și lungimea monturii între 60 . . . 90 mm
- **NIVELĂ PARALELIPIPEDICĂ** — fabricată în 12 tipodimensiuni diferențiate prin valoarea diviziunii de la 0,002 la 0,3 mm/m și lungimea monturii între 150 . . . 250 mm
- **NIVELĂ CU CADRU** — fabricată în 10 tipodimensiuni diferențiate prin precizie cuprinsă între 0,05 și 0,6 mm/m și lungimea monturii între 150 . . . 250 mm
- **NIVELĂ CU COINCIDENȚĂ** — cu precizie de 0,01 mm
- **NIVELĂ MICROMETRICĂ** — cu precizie de 0,01 mm
- **NIVELĂ CU MICROSCOP** — cu precizie de 1′(un minut) pe un interval de lucru de 120°
- **MICROSCOP DE MĂSURARE** — folosit pentru măsurări liniare și unghiulare, cu o precizie de 0,01, respectiv 10′ și un grosisment de 16×
- **CALIBRE CU RAZĂ SAU PLAN PARALELE** — se confecționează din sticlă optică; precizie de execuție și măsurare de ordinul franjelor de interferență; se pot comanda în orice dimensiune de rază și de diametru







Pentru informații suplimentare adresați-vă la

S.C. INDUSTRIA OPTICĂ ROMÂNĂ S.A.

Aleea I.O.R. nr. 4, Sector 3, București—74404

Telefon: 21 20 80; 21 15 21 Telex: 10558

INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE

execută, pe bază de contract sau comandă fermă

SERVICII TEHNICO-ȘTIINȚIFICE:

- Mostre etalon de duritate și de microduritate
- Vacuummetre cu compresie, de presiune absolut joasă
- Manometre cu piston și greutăți (1 bar)
- Elemente normale (Weston) saturate și nesaturate
- Rezistivimetre pentru semiconductoare (inclusiv automatizate)
- Transformatoare etalon de curent și de tensiune (inclusiv tipuri speciale, orice performanțe
- Testere de ceasornice (mecanice, electronice)
- Instalații pentru măsurarea caracteristicilor magnetice ale tablei electrotehnice
- Celule pentru punctul triplu al apei (+ 0,01 °C)
- Termorezistoare și termocupluri cu utilizări speciale
- Instalații captor cvasinegru pentru etalonări de pirometre de radiație
- Pirometre de radiație (700...1300 °C și 900...1600 °C)
- Substanțe — măsură (solide, gaze) etalon de putere calorifică
- Radiatoare cvasiintegrale la temperatură variabilă (100...800 °C), cu un set de aperturi schimbabile
- Lămpi spectrale etalon de lungime de undă (200...1100 nm)
- Termobaterii cu 8; 24 și 40 perechi de joncțiuni
- Plăci etalon de factor spectral de reflexie și de radianță
- Substanțe — măsură (lichide) etalon de: vîscozitate; extincție zecimală; indice de refracție; concentrație a elementelor chimice (pentru spectrofotometria de absorbție atomică); conductivitate electrolitică; pH etc.
- Substanțe — măsură etalon de concentrație de gaze
- Senzori de umiditate a gazelor (higristoare)
- Celule de conductivitate electrolitică
- Simulatoare de traductoare (termorezistoare; termocupluri; senzori de conductivitate; senzori de pH etc.) pentru efectuarea de verificări în sisteme de automatizare

BUCUREȘTI, 75669, Sos. Vitan-Bîrzești, nr. 11 Tel: 34.35.20;
Fax: 34.65.85; Telex: 11871 inmb r

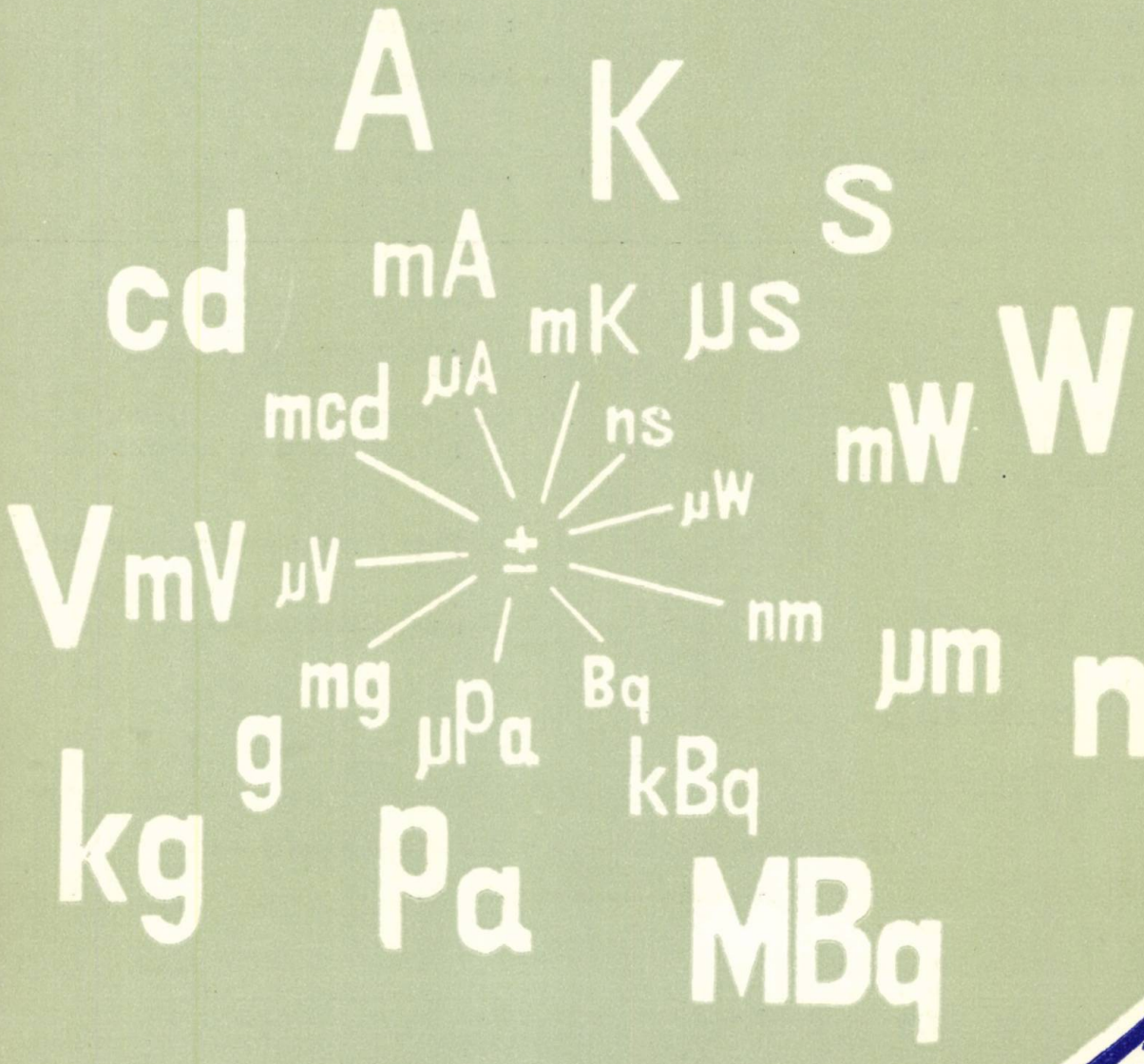
O. 3558 — S.C. UNIVERSUL S.A.

Lei 150

E 8225

INM Nr. 2/1992

metrologie



serie nouă

ABSTRACT

ION FLORIN CREŢU and *ELENA BORDESCU*: Some Metrological Aspects of Automatic Measuring Systems (II) 34

GEORG GUTT, SONIA GUTT and *HERMAN WULFMEYER*: Methods and Portable Instruments for Dynamic Hardness Testing. 36

ANCA NICULESCU: Time & Frequency Standards: Characteristics, Comparison Methods, Access. . 42

SANDA MANIŢIU: Some Aspects of X and Gamma Ray Dosimetry Used in Protection Against Ionizing Radiation 45

SOMMAIRE

ION FLORIN CREŢU et *ELENA BORDESCU*: Quelques aspects des systèmes automatiques de mesure (II) 34

GEORG GUTT, SONIA GUTT et *HERMAN WULFMEYER*: Procédés et appareils portables pour l'essai de dureté en régime dynamique. 36

ANCA NICULESCU: Étalons de temps et de fréquence : caracteristiques, méthodes de comparaison, accés 42

SANDA MANIŢIU: Quelques aspects de la dosimetrie des rayons X et gamma utilisée pour la protection contre les rayons ionisantes. 45

INFORMATION

OFFICIAL PART

* * Measuring Instruments for Which Pattern Approval was Granted in 1991 (II) 58

INFORMATIONS

PARTIE OFFICIELLE

* * * Instruments de mesurage qui ont obtenu approbation des modèles en 1991 (II) 58

REDACŢIA :

INSTITUTUL NAŢIONAL DE METROLOGIE
Şos Vitan-Bîrzeşti nr. 11, tel. 342060/191
344030/191 ; Bucureşti; 75669

ADMINISTRAŢIA :

DIRECŢIA DE PRESĂ PENTRU PUBLICITATE ŞI TIPĂRITURI

Piaţa Presei Libere nr. 1, sector 1,
Bucureşti. 71 341
Telefon : 177729, 176010 şi 176080.
interior 2086 şi 2483.

ISSN 1220—546 X

Cererile pentru abonamente vor fi adresate redacţiei în contul 309800201 BCR, filiala sector 4.
Costul unui abonament anual este 600 lei.

★

Cititorii din străinătate pot contracta abonamente prin : ILEXIM — Departamentul export-import presă, Bucureşti, str. Decembrie nr. 3 P.O.B. 146—137 Telex 12226

★

Cererile pentru reclame în revistă vor fi înaintate Agenţiei de publicitate a DPPT Calea Victoriei 174 cont 645120608 BCR filiala sector 1

METROLOGIE

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1683

Publicaţie tehnico-ştiinţifică
editată de
INSTITUTUL NAŢIONAL DE METROLOGIE
COMISIA NAŢIONALĂ PENTRU STANDARDE, METROLOGIE ŞI CALITATE

SUMAR

ION FLORIN CREŢU şi *ELENA BORDESCU :* Unele aspecte ale sistemelor automate de măsurare (II) 34

GEORG GUTT, SONIA GUTT şi *HERMAN WULFMEYER :* Procedee şi aparate portabile pentru încercarea de duritate în regim dinamic 36

ANCA NICULESCU : Etaloane de timp şi de frecvenţă: caracteristici, metode de comparare, acces 42

SANDA MANIŢIU : Aspecte ale dozimetriei radiaţiilor X şi gama, aplicată în radioprotecţie 45

INFORMAŢII 55

PARTEA OFICIALĂ 58

* * * Mijloace de măsurare cărora li s-a acordat aprobare de model în anul 1991 (II) 58

***

Colectivul de redacţie : fiz. Dragoş Boiciuc, Viorica Burciu, *(secretar de redacţie)*, ing. chim. Mirela Buzoianu, ing. Gabriel Iordăchescu, fiz. Gheorghe Ispăşoiu, dr. ing. Aurel Millea *(redactor responsabil)*, ing. Ionel Urdea.

Unele aspecte ale sistemelor automate de măsurare (II)

ION FLORIN CREȚU, ELENA BORDESCU *

Abstract : *A number of metrological aspects are considered as resulted from the analysis activities performed by the authors on a large number of automatic measuring systems. The general testing methods for these functions, the distribution and contents of these tests for various stages in the systems evolution are briefly discussed. Some techniques for model development are also considered.*

Résumé : *On presenté quelques aspects métrologiques résultant de l'analyse que les auteurs ont réalisé sur un large nombre de systèmes automatiques de mesure. On présente brèvement les methodes generales de test pour ces fonctions, le mode de répartition et la teneur de ces test dans des différentes etapes de l'évolution des systèmes. On discute aussi quelques techniques d'élaboration des modèles utilisées pour ces testes.*

În prima parte a lucrării au fost prezentate cîteva cazuri în care era evidentă necesitatea efectuării unor teste „neconvenționale" în cadrul activității de încercare a sistemelor cu specific metrologic (încercări metrologice de model), ca și unele rezultate ale acestor teste.

În cele ce urmează vom prezenta cîteva structuri de principiu ale acestor mijloace de testare ca și unele considerații privind extinderea utilizării acestora în cadrul activității de exploatare curentă a sistemelor.

Putem aprecia că în întregime caracterul neconvențional al testelor este legat de problemele programelor de aplicație, la care ne vom referi exclusiv în cele ce urmează.

Menționăm pentru început cele două principii de testare, [4] care orientează activitățile de concepere și aplicare a testelor :

1 Black — box Testing (sau data driven sau I/O driven) în care testul consideră programul ca o cutie neagră fără să țină seama de structura acestuia. Detectarea tuturor erorilor presupune folosirea nu numai a intrărilor valide ci a tuturor combinațiilor posibile. Sînt de remarcat două implicații :

a. nici un test nu poate garanta „curățirea" completă de erori a unui program ;

b. volumul și intensitatea testării se stabilesc pe criterii economice.

2 White — box Testing sau (Logic driven) care presupune elaborarea testelor pe baza examinării structurii interne a programului. Chiar și în această situație ținînd seama de interdependența deciziilor, o testare exhaustivă a ramurilor programului apare ca nepractică dacă nu chiar imposibilă.

În general se recomandă o combinare a elementelor celor două metode de testare.

Una dintre cele mai dificile întrebări la care trebuie să se răspundă cînd se testează un program se referă la momentul opririi testării deoarece nu există nici o cale prin care să se recunoască dacă o eroare detectată este ultima eroare.

Referitor la aceste subiecte mult discutate în tehnica testării, ținînd seama de specificul programelor de aplicație pentru sisteme automate de măsurare, se pot emite următoarele ipoteze :

A. programele sînt de dimensiuni relativ mici, ceea ce permite să se pună problema testării întregului set de condiții logice (relații între mărimi).

B. testarea exactității programelor prin generarea de seturi de date de test este o operațiune economic acceptabilă pentru puterea de calcul accesibilă în prezent (minicalculatoare, calculatoare personale).

Spațiul de care dispunem nu permite abordarea problematicii unui model de sistem sau chiar a structurii unui algoritm de prelucrare. În cele ce urmează vom prezenta numai metodele de testare și structurile de principiu ale testelor.

2.1. *Metoda comparării*

În fig. 2.1 se poate vedea organigrama algoritmului de testare a unor programe pentru calculul parametrilor funcțiilor geometrice.

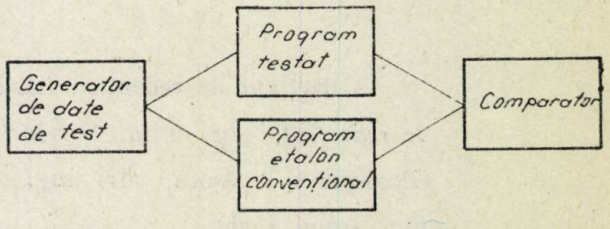


Fig. 2.1 Schema algoritmului de testare a unor programe pentru calculul parametrilor funcțiilor geometrice

Elementul central în procesul de testare este programul „etalon convențional". Acest program se recomandă să implementeze un algoritm performant, cel puțin din punctul de vedere al exactității. De exemplu, pentru cazul pla-

* Institutul Național de Metrologie, șos. Vitan-Bîrzești nr. 11, sector 4, București

nului mijlociu un algoritm performant este prezentat în [5].

În cazul cînd aceasta nu este posibil, programul etalon convenţional poate să se bazeze pe acelaşi algoritm ca şi programul testat, dar este necesar să se lucreze la un nivel superior de precizie (dublă precizie), dacă este posibil să se folosească alt limbaj de programare, iar operaţiunile să fie efectuate de un alt programator.

Generatorul de date de test este compus dintr-un generator de numere aleatoare şi un program care verifică încadrarea valorilor generate în intervalele acceptate de program. În anumite cazuri acesta asigură satisfacerea unor relaţii funcţionale între date.

Comparatorul este elementul care determină erorile programului testat. Uneori acest modul, prin aplicarea unor criterii statistice adoptă decizia de terminare a testului.

2.2 *Metoda modelării*

a. Modelare parţială

Din cele prezentate în paragraful 1.2 rezultă necesitatea investigării prin simulare a eficienţei protecţiei la perturbaţii a algoritmului pentru cîntărirea din mers. Pentru aceasta este necesar să existe un set minim de date „reale" obţinute în cadrul unor regimuri de funcţionare normală şi perturbată ale instalaţiei (volumul de date destul de mic se poate obţine în timpul unor probe preliminare).

Metoda de testare prezentată în fig. 2.2 porneşte de la un fişier de date pe care le perturbă

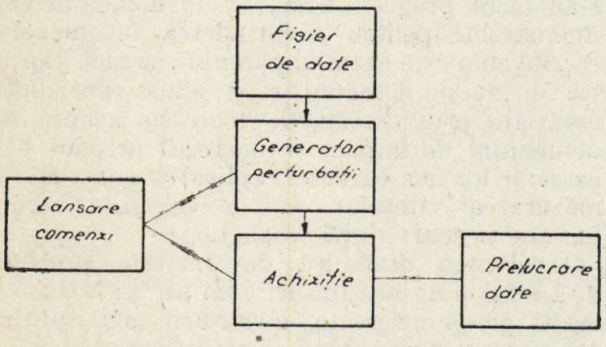


Fig. 2.2 Schema metodei de testare a parametrilor de achiziţie la cîntărirea din mers

cu ajutorul unui generator de perturbaţii elaborat special pentru acest scop şi care reproduce mecanismul de perturbare „reală" a semnalului. Datele perturbate sînt preluate de mecanismul de achiziţie (simulat) şi apoi prelucrate. Funcţie de rezultatul prelucrării se pot modifica algoritmii de achiziţie şi prelucrare sau numai unele valori de parametri. În etape succesive se poate pune în evidenţă un algoritm sau un set de parametrii care permit obţinerea celor mai bune rezultate (exactitate, viteză, stabilitate faţă de perturbaţii etc).

Algoritmii de achiziţie şi prelucrare obţinuţi ca rezultat al testării se implementează pe instalaţie, urmînd a se testa în ansamblu numai pentru situaţiile limită.

b. Modelare completă

Pentru cazul sistemului destinat măsurării debitului de gaz metan vom prezenta un etalon convenţional care îşi poate extinde sfera de utilizare şi la testările metrologice curente fig. 2.3.

Testarea acestui sistem debitmetric necesită un program care să calculeze pentru un set de parametri de intrare valoarea nominală a debitului, adică valoarea pe care trebuie să o indice sistemul dacă la intrarea sa se aplică valorile indicate ale parametrilor.

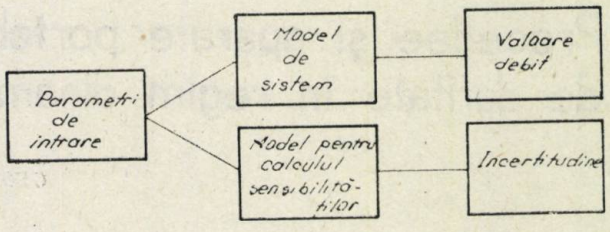


Fig. 2.3 Schema unui program etalon convenţional destinat testărilor curente (metrologice) ale unui sistem pentru măsurarea debitului

Dar aceasta încă nu este suficient pentru că, în principiu, traductoarele de intrare pot fi schimbate, iar incertitudinea asociată valorii de debit conţine o componentă proprie fiecărui traductor, componentă ce reprezintă, principal, incertitudinea traductorului propagată prin algoritmul sistemului.

În concluzie, programul de testare curentă trebuie să conţină încă o structură a cărei bază este modelul pentru calculul sensibilităţilor şi al incertitudinii globale [6].

Funcţia de calcul a incertitudinii globale asociată unei valori de debit ne permite să considerăm că modelul este „complet".

Menţionăm în final că un astfel de program de testare, deşi implică rezolvări care necesită o tehnică avansată de programare, este un instrument de lucru, robust şi versatil, care, prin tehnica de menu-uri, este bine adaptat la necesităţile utilizatorului.

3. Concluzii

Elaborate în urma unor experienţe în domeniul testării performanţelor sistemelor automate de măsurare, rezultatele prezentate pun

în evidenţă caracterul specific al testării ca şi importanţa acesteia pentru procesul asigurării metrologice.

Calitatea testelor constituie un element de primă importanţă în cadrul unei încercări metrologice (preocuparea principală a lucrării), dar extinderea şi orientarea acestora către activitatea de exploatare a sistemelor pot contribui în mod hotărîtor, prin consolidarea încrederii utilizatorului, la recunoaşterea performanţelor înalte ale sistemelor testate.

BIBLIOGRAFIE

1. *Creţu I. F.* Sisteme automate de măsurare, structuri performanţe, programe, Metrologie vol. XXXVIII nr. 1—2/1991
2. *Wiener U* ş.a. Relaţia biunivocă dintre teoria măsurării şi măsurările inteligente, Metrologia aplicată, vol. XXXV nr. 4/1986
3. * * * Documentaţii elaborate în urma încercărilor metrologice de model — Institutul Naţional de Metrologie Bucureşti
4. *Glenford J. Myess* The Act of Software Testing Wiley, 1979
5. *Cox M. G.* Mathematical modelling in manufacturing metrology, NPL Report 157/90, Feb. 1990
6. *Weise K.* Treatment of Uncertainties in Precision Measurements, IEEE Trans on Instrumentation and Measurement vol. IM—36 no. 2 June 1987

Procedee şi aparate portabile pentru încercarea de duritate în regim dinamic

GEORGE GUTT, SONIA GUTT, HERMANN WULFMEYER***

Abstract: *The present paper is a study on the procedures and the latest portable electronic apparata used for hardness testing with dynamic loads. After the initial dynamic hardness testing, the paper deals with the constructive and operational principles of two portable electronic durometers with dynamic loads based on the elastic recoil energy mesurement of the mobile equipment by means of photobarriers.*

Résumé: *Cet ouvrage présente des nouveaux appareils pour l'essai de dureté en régime de charges dynamiques. Dans la première partie on présente la problématique de l'essai de dureté et la deuxième partie contient les principes constructifs et la méthode de travail pour les deux duromètres électroniques portables avec des charges dynamiques, qui se basent sur la mesure de l'énergie de recul élastique de l'équipage mobile, à l'aide des photobarrières.*

I. Introducere [1—10]

Încercarea de duritate cu sarcini dinamice bazată pe măsurarea energiei de recul concurează cu succes pe cea de încercare sub sarcină statică. Acest lucru se datorează în primul rînd faptului că aparatura aferentă acestei încercări este portabilă, iar în al doilea rînd faptului că evoluţia deosebit de rapidă a electronicii de procesare permite măsurarea şi prelucrarea datelor cu precizie mult mai mare faţă de anii anteriori. Nu trebuie neglijat nici faptul că s-au făcut progrese uriaşe şi în domeniul traductoarelor pentru surprinderea fenomenelor rapide cum este cazul impactului, şi nici faptul că în acest domeniu s-au adus contribuţii esenţiale prin cercetările teoretice asupra fenomenului de impact şi de recul precum şi a cercetărilor cu caracter aplicativ constînd în măsurarea vitezelor sau a energiilor scurt înainte şi scurt după impact.

Încercarea dinamică de duritate prezintă însă o serie de neajunsuri cum ar fi: influenţa masei piesei încercate, a naturii materialului din piesă şi a rigidităţii piesei încercate.

Dată fiind importanţa deosebită a acestor influenţe asupra preciziei de măsurare precum şi a reproductibilităţii datelor, se vor trata în continuare aceste aspecte sub forma unor capitole distincte.

I.1. *Influenţa masei piesei supuse încercării* 1/6/9/10/11/

Folosirea formei sferice a penetratoarelor la încercarea dinamică de duritate ne duce la interpretarea clasică cunoscută din teoria impactului [10] [11] [18] şi anume aceea a

* Universitatea „Ştefan cel Mare" Suceava
** Amsler Otto Wolpert-Werke — Germania

impactului dintre două bile diferite de mase m_1 și m_2 și viteze v_1 și v_2, fig. 1. Pentru ușurința exemplificării se fac o serie de ipoteze simplificatoare și anume: bilele nu posedă energie potențială, (se găsesc în plan orizontal), după impact se deplasează după aceeași dreaptă (ciocnire rectilinie).

Aplicînd teoria conservării impulsului în cazul ciocnirii celor două bile la sfîrșitul pe-

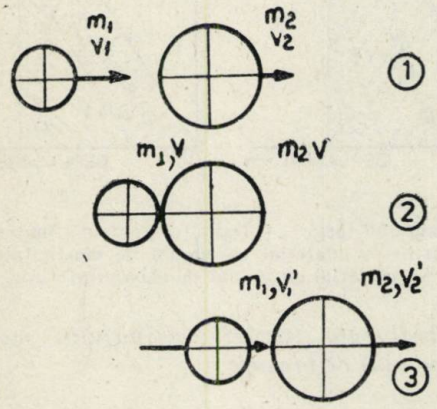


Fig. 1 Impactul în plan orizontal dintre 2 bile.

rioadei de comprimare, cînd cele două corpuri au aceeași viteză v, se obține egalitatea:

$$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v \tag{1}$$

$$v = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{m_1 + m_2} \tag{2}$$

în faza imediat următoare, de relaxare, o parte din energia necesară pentru comprimare se transformă în energie de mișcare. Ecuația conservării impulsului capătă forma:

$$(m_1 + m_2)v = m_1v_1' + m_2v_2' \tag{3}$$

unde v_1' și v_2' sînt vitezele celor două sfere după ciocnire. Ecuația nu poate fi rezolvată sub această formă deoarece există nedeterminare, motiv pentru care se apelează și la raportul diferențelor vitezelor înainte și după ciocnire.

$$\frac{v_1' - v_2'}{v_2 - v_1} = -\frac{v_1' - v_2'}{v_1 - v_2} = k \tag{4}$$

unde k — poartă denumirea de coeficient de restituire sau coeficient de elasticitate la ciocnire. La valoarea $k = 0$, $v_1' = v_2'$, în acest caz nu există relaxare, sferele rămîn turtite și lipite una de alta, iar ciocnirea este plastică. În cazul în care $k = 1$, $v_1' - v_2' = v_2 - v_1$, ciocnirea este elastică. În practică nu există ciocnire pur elastică sau pur plastică, ca atare valoarea lui k este totdeauna cuprinsă între 0 și 1.

$$0 < k < 1 \tag{5}$$

Rezolvînd sistemul de ecuații format din ecuațiile (2), (3), (4) se determină vitezele v_1' și v_2' ca fiind

$$v_1' = v_1 - \frac{(v_1 - v_2)(1 + k)}{1 + \frac{m_1}{m_2}} \tag{6}$$

$$v_2' = v_2 + \frac{(v_1 - v_2)(1 + k)}{1 + \frac{m_2}{m_1}} \tag{7}$$

Dacă se face apel și la legea conservării energiei pentru o ciocnire pur elastică se obține:

$$1/2\ m_1v_2^2 + 1/2\ m_2v_2^2 = 1/2\ m_1v_2'^2 + m_2v_2'^2 \text{ sau} \tag{8}$$

$$E_0 = E_1 \tag{9}$$

În cazul unei ciocniri obișnuite ce nu poate fi considerată ca fiind pur elastică, apare și o deformare plastică. Energia consumată pentru deformare plastică, din punctul de vedere al ciocnirii pur elastice, apare ca o pierdere de energie ΔE. Ecuația (9) capătă forma:

$$E = E_0 - E_1 = 1/2\,(m_1v_1^2 + m_2v_2^2) - 1/2\,(m_1v_1'^2 + m_2v_2'^2) \tag{10}$$

Dacă se înlocuiesc valorile v_1' și v_2' obținute din ecuațiile (6) și (7) în ecuația (10), expresia pierderii de energie ΔE ia forma:

$$\Delta E = \frac{m_1m_2}{2(m_1 + m_2)}(1 - k^2)(v_1 - v_2)^2 \tag{11}$$

În cazul ciocnirii pur elastice $k = 1$ și $\Delta E = 0$, în cazul ciocnirii pur plastice $k = 0$ și $\Delta E = \max$.

Încercarea dinamică cu măsurarea energiei de recul reprezintă un caz particular a celor stabilite mai sus și anume cazul în care $m_1 \ll m_2$. Pînă la acest punct teoria ciocnirii ne demonstrează faptul că pierderea de energie cinetică ΔE se poate datora raportului celor 2 mase m_1 și m_2. Dacă m_1 (masa penetratorului plus cea a echipajului mobil) este totdeauna aceeași, nu se poate spune același lucru și despre masa piesei încercate m_2. Remediul există într-o strîngere rigidă a piesei de masă m_2 (relativ mică), într-un dispozitiv de masă mare m_3, astfel încît să fie îndeplinită condiția:

$$m_1 \ll m_2 + m_3 \tag{12}$$

Soluţia practică reduce mult această sursă de erori însă nu le elimină complet. Strîngerea nu poate elimina total apariţia unor forţe de frecare între piesă şi dispozitivul de frecare; afară de aceasta, chiar dacă masa m_3 a dispozitivului de strîngere este totdeauna aceeaşi, suma $m_2 + m_3$ diferă din cauza diversităţii masice (m_2) a pieselor încercate. La aceasta se adaugă faptul că energia de recul elastic a echipajului mobil, este influenţată şi de natura materialelor ce realizează impactul, iar natura materialului din care este confecţionat dispozitivul, greu poate fi asimilat cu natura materialului piesei supusă încercării.

I.2. *Influenţa rigidităţii piesei supuse încercării*

S-a menţionat în capitolul precedent care este influenţa variaţiei masei piesei încercate asupra preciziei şi reproductibilităţii. Să presupunem acum că realizăm o încercare dinamică de duritate pe o tablă relativ subţire dar de suprafaţă mare, astfel că în final este îndeplinită condiţia ca $m_2 \gg m_1$; cu toate acestea rezultatele finale sînt grevate de erori şi reproductibilităţi slabe din cauza faptului că tabla înmagazinează, datorită rigidităţii ei mici o importantă cantitate de energie elastică sub formă de energie de deformare. Soluţia practică este aceea de sprijinire a acestor table prin intermediul unei vaseline (considerate incompresibilă) pe un suport masiv de oţel, conferindu-le în acest fel rigiditate mărită. Într-o anumită măsură par probleme apropiate de cele specifice în cap. I.1, referitoare la faptul că tabla, vaselina şi suportul nu constituie materiale izotrope cu un model de elasticitate unitar.

I.3. *Influenţa naturii materialului încercat*

Duritatea unui material măsurată prin determinarea energiei de recul elastic este dată de limita de curgere şi de comportarea sa elastică (modul de elasticitate). Durităţi diferite ale aceluiaşi material se pot înregistra atunci cînd în urma unor tratamente termice, termochimice sau termomecanice, se modifică limita de curgere. Se pot însă înregistra nivele diferite ale energiei de recul la materiale cu compoziţii chimice diferite ce au aceeaşi limită de curgere. Aici este vorba de influenţa modulului de elasticitate E ce diferă de la un material la altul. Două materiale metalice diferite cu module de elasticitate E_1 şi E_2 vor da componente elastice diferite la aceeaşi forţă de solicitare. Acest lucru este exemplificat în fig. 2*a* şi fig. 2*b* prin diagrame forţă-deformaţie. Materialul cu modulul de elasticitate mai mic cumulează o energie elastică mai mare. Valori corespunzătoare ia şi energia de recul. Ca atare, exprimarea şi conversia corectă a valorii energiei de recul reclamă diagrame de conversie specifice pentru diferite metale şi aliaje. La aparatele electronice moderne, folosirea memoriilor PROM sau EPROM facilitează corecţia automată a influenţei modulului de elasticitate.

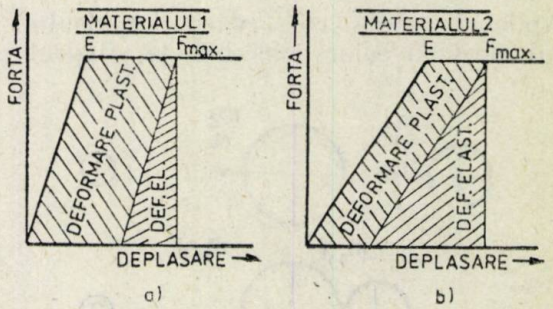


Fig. 2 Diagramă forţă — deformaţie pentru 2 materiale metalice diferite *a)* material cu modul de elasticitate mare ; *b)* material cu modul de elasticitate mic.

I.4. *Influenţa frecării echipajului mobil de pereţii tubului de lansare*

Majoritatea durimetrelor cu sarcini dinamice se prezintă sub forma unor aparate formate dintr-o sondă şi o parte electronică. Sonda conţine obligatoriu echipajul mobil prevăzut la partea inferioară cu penetratorul. Problema frecării este cea a frecării echipajului mobil de pereţii tubului. Fiind vorba de un echipaj mobil cu o anumită viteză s-ar pune problema discuţiei nivelului forţelor de frecare în funcţie de viteză. Dat fiind faptul că aceste viteze sînt relativ mici, aspectul menţionat se poate neglija, sarcina proiectantului fiind aceea de alegere corectă a materialelor din cuplul de frecare (echipaj mobil — pereţii tubului de lansare) a geometriei suprafeţelor de contact şi stabilirea modalităţilor de realizare a unor rugozităţi cît mai mici a elementelor de alunecare.

II. Durimetre electronice portabile cu sarcină dinamică de încercare

II.1. *Durimetrul EQUO-TIP* /10/11/

Acest durimetru se bazează pe principiul măsurării vitezei echipajului mobil, pe cale inductivă, înainte şi după impact. În acest scop echipajul mobil (1) conţine la partea inferioară un penetrator sferic (2) din carbură de wolfram, iar în interior un magnet continuu sinterizat (3). La traversarea bobinei (4), induce în aceasta o tensiune U_1 înainte de impact şi o tensiune U_2 după impact cu piesa de încercat (5), fig. 3. În partea electronică (6) se realizează raportul tensiunilor U_2/U_1, înmulţirea raportului cu o constantă K şi conversia numărului „L" obţinut în unităţi de

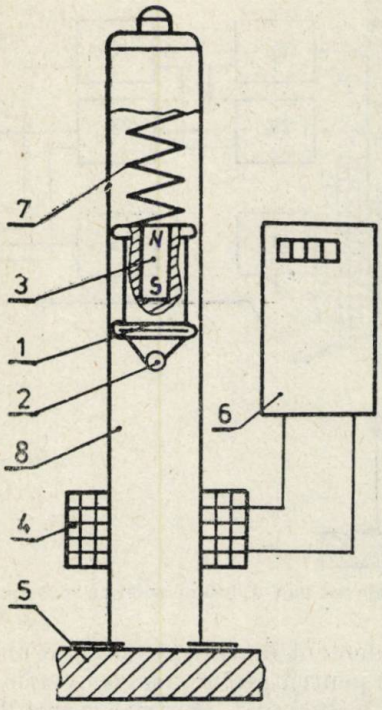


Fig. 3 Schema de principiu a durimetrului EQUO—TIP.

duritate statică H prin intermediul tabelelor PROM.

$$L = \frac{U_2}{U_1} L \simeq H \qquad (13)$$

Ca dezavantaj al acestui aparat se poate menţiona faptul că datorită arcului elastic (7) ce realizează propulsarea echipajului mobil, în tubul de lansare (8) apar o serie de probleme specifice arcurilor ca :

— modificarea proprietăţilor elastice în timp ;

— imposibilitatea realizării mai multor trepte de energie necesare încercării diferitelor materiale ;

— automatizare greoaie.

La aceasta se mai adaugă faptul că semnalul de tensiune obţinut de la bobina (4) este un semnal analog, ceea ce presupune conversia A/D în vederea prelucrării digitale a acestuia. Această conversie duce la niște erori specifice acestor conversii.

II.2. *Durimetre electronice portabile concepute și construite de autori*

Autorii au fost preocupaţi de promovarea pe piaţă a unor durimetre electronice cu sarcini dinamice care să elimine pe cît posibil neajunsurile aparatelor existente. În primul rînd s-a conceput şi s-a pus la punct un sistem electromecanic de asigurare a sarcinii dinamice. Acesta permite atît dozarea electronică precisă a cantităţii energiei ce se transmite echipajului mobil cît şi realizarea oricărei trepte de energie a echipajului mobil fără a se interveni cu nimic la sonda de măsurare. O altă direcţie pe care s-a acţionat a fost aceea de obţinere a unui semnal numeric ca purtător de informaţie despre energia de recul. Cercetările s-au materializat în mai multe variante constructive. În lucrarea de faţă prezentăm două durimetre electronice portabile mixte bazate atît pe măsurarea energiei de recul cît şi pe măsurarea urmei, iar în lucrarea [17] se prezintă un durimetru portabil cu sarcini dinamice foarte mici.

II.2.1. *Durimetre electronice portabile automate mixte* /3—9/12—17/

Durimetrele electronice portabile cu sarcină dinamică, concepute de autori, pot realiza datorită sistemului de asigurare a impactului cu diferite trepte de energie atît lovituri cu sarcini mici în domeniul deformărilor elastice cît şi lovituri cu sarcini mari în domeniul deformărilor plastice. Acest lucru permite interpretarea durităţii piesei atît prin prisma măsurării energiei de recul, cît şi prin prisma măsurării optice a mărimii urmei lăsate de penetrator pe piesă, cît şi mixt pe baza energiei de recul şi a urmei lăsate. În fig. 4 este redată o secţiune prin sonda de măsurare a durimetrului dinamic, cu 2 fotobariere, iar în fig. 5 este redată schema bloc a durimetrului ce include sonda (S) şi partea electronică (E) cu blocurile ei funcţionale.

Sonda de măsurare se compune dintr-un corp superior (S) din material nemetalic, un corp inferior (I) din oţel şi un echipaj mobil (M). Corpul superior (S) adăposteşte 2 fotobariere fb_1 şi fb_2 compuse din diodele emiţătoare în infraroşu (1), (2) şi 2 diode receptoare în infraroşu (3), (4), o bobină (5). Tot pe partea superioară se găseşte sistemul de prindere a cablului (6) format din sistemul conic (7) şi din piuliţa (8). Corpul inferior (I) cu rol de ghidare a echipajului mobil (M) este fixat de corpul superior prin filetul (f), niște şuruburi (9), precum şi prin capacul filetat (10). Tot pe corpul inferior se mai găseşte înfiletat corpul de adaptare (11) necesar copierii geometriei piesei încercate. Echipajul mobil (M) se compune dintr-un corp magnetic (12), înfiletat pe un corp de ghidare (13), pe care se găsesc două inele toroidale (t_1), (t_2), destinate unei ghidări cu frecări minime. Aceste inele sînt prevăzute cu niște fante (f) cu scopul împiedicării formării unor perne de aer ce introduc amortizări şi prin aceasta erori de măsurare. Pe corpul (13) se găseşte înfiletat portpenetratorul (14) ce are la partea inferioară un penetrator sferic din carbură de wolfram cu diametrul de 5 mm. Suspendarea echipajului mobil (M) se realizează prin intermediul unui arc spiral (15) ce se sprijină pe umărul corpului inferior (I) şi pe două piuliţe (16), (17), pentru reglarea săgeţii

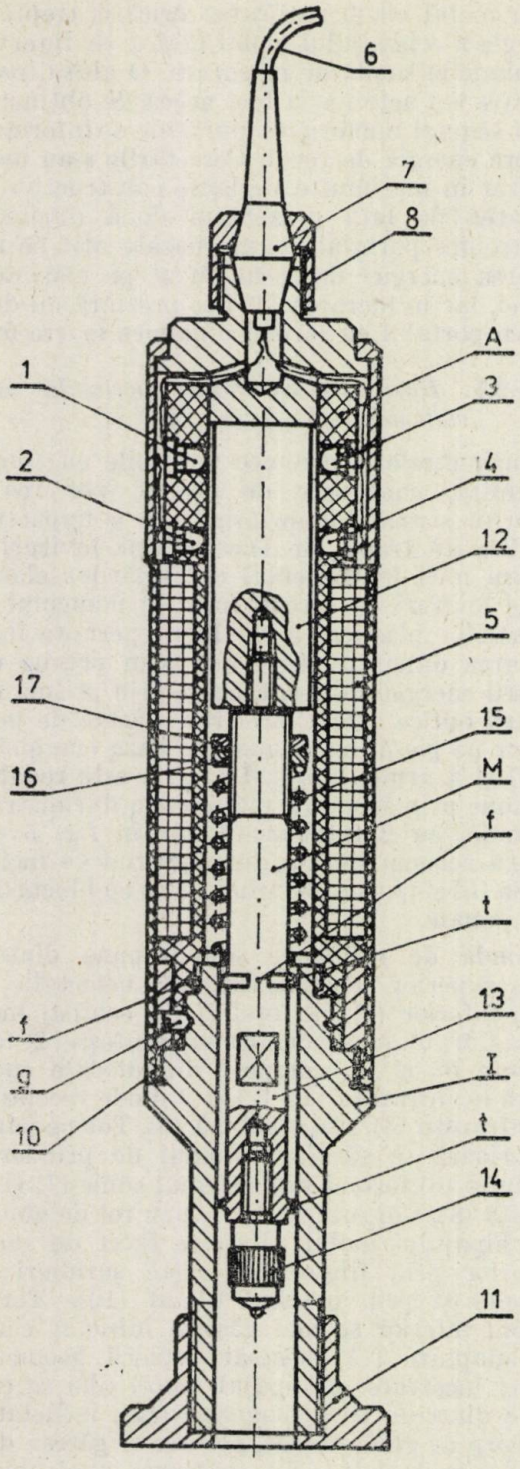


Fig. 4 Secțiune longitudinală prin sonda durimetrului cu măsurare mixtă.

arcului (15). Partea electronică (*E*), fig. 5, se compune dintr-o sursă de curent specială (18) ce permite realizarea descărcării unei anumite cantități de electricitate bine stabilită prin bobina (5), descărcare ce provoacă deplasarea echipajului mobil cu o energie cinetică proporțională, două preamplificatoare electronice (19), (20), două numărătoare electronice (21),

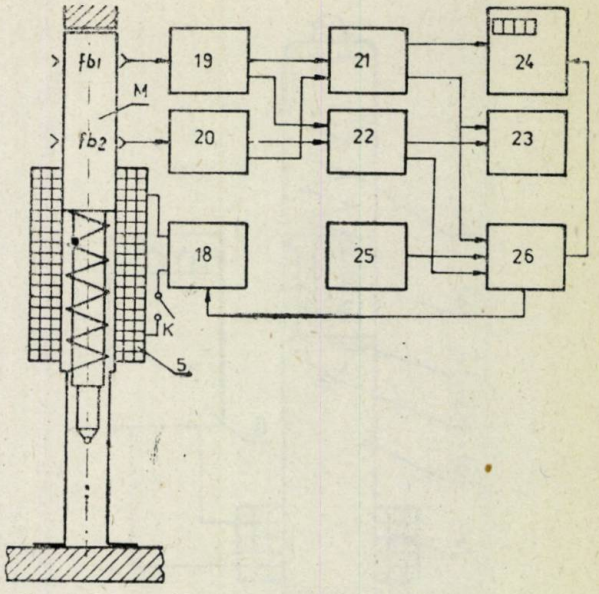


Fig. 5 Schema bloc a durimetrului cu măsurare mixtă.

(22), un element de raport (23) și o unitate centrală (24) pentru prelucrare, conversie și afișare numerică a durității. Pentru controlul automat a nivelului și constantei energiei de impact este folosită o unitate de prescriere (25) și un element de comparație (26).

Modul de funcționare este următorul: la închiderea întrerupătorului (*K*), prin bobina (5) se realizează o descărcare unică a unui grup de condensatoare, ce se găsesc în sursa specială (18), cu o energie:

$$E = \frac{CU^2}{2} \tag{14}$$

unde: *C* capacitatea electrică a condensatoarelor;
U tensiunea de încărcare a condensatoarelor.

Această descărcare duce la deplasarea corpului magnetic (12) și implicit a întregului echipaj mobil (*m*) înspre piesa de încercat; concomitent are loc și comprimarea arcului (15). Corpul magnetic traversează pe rînd fotobarierele fb_1 și fb_2 pornind, respectiv oprind numărătorul (21). După impact fotobarierele sînt traversate în ordinea $fb_2 - fb_1$ pornind, respectiv oprind numărătorul (22). Din numărul de impulsuri N_1, numărate de numărătorul (21), și cele N_2 numărate de numărătorul (22) elementul de raport (23) efectuează un raport notat cu *G* — raport ce este proporțional cu duritatea.

$$G = \frac{N_1}{N_2} \tag{15}$$

$$H = G \cdot K_1 = K_1 \frac{N_1}{N_2} \tag{16}$$

unde K_1 este o constantă, provenită din tabelele PROM, ce include și modulul de elasticitate E. Pe baza determinării cu un microscop de măsurare a dimensiunii urmei lăsate de penetrator la o anumită sarcină dinamică prescrisă din elementul de prescriere (25), precum și a unor tabele de conversie date în cartea tehnică a aparatului, se poate determina duritatea și pe calea măsurării optice a amprentei. Trebuie specificat că în afară de faptul că eventualele mici erori cauzate de frecare sau de alți factori sînt în parte eliminate prin efectuarea raportului numărului de impulsuri, bucla de reacție formată din numărătorul (21), comparatorul (26) și elementul de prescriere (25) controlează tot timpul constanta energiei de impact. Atunci cînd numărul de impulsuri N_1 furnizat de numărătorul (21), număr ce dă de fapt viteza v a echipajului mobil de masă m înainte de impact, viteză ce este o măsură a energiei cinetice E_c:

$$E_c = \frac{mv^2}{2} \qquad (17)$$

diferă de numărul de impulsuri prescris prin elementul de prescriere (25) atunci elementul de comparație (26) comandă unitatea centrală (24) unde apare un semnal luminos de avertizare. La trei lovituri succesive cu abateri a energiei de la valoarea prescrisă pe displayul alfanumeric al unității centrale (24) apare un mesaj privind necesitatea verificării tehnice a aparatului.

O variantă simplificată a acestui aparat este cea din fig. 6 unde este reprezentată o secțiune prin sonda de măsurare. Modificările sînt următoarele : nu mai există arc, echipajul mobil este mai mic, s-a renunțat la o fotobarieră. Aceste simplificări s-au operat în urma efectuării a mii de încercări experimentale cu aparatul reprezentat în fig. 4 și fig. 5. Reducerea masei echipajului mobil a dus la posibilitatea unui recul elastic suficient de mare, fără a se mai apela la arc. Aceasta duce la creșterea preciziei de măsurare. Existînd și la acest aparat posibilitatea modificării după dorință a energiei de impact valorificarea rezultatelor se poate face prin determinarea energiei de recul elastic sau prin măsurarea optică a urmei lăsate de penetrator pe piesă.

Sonda de măsurare este formată dintr-o bobină (1), un echipaj mobil (2), dintr-un oțel Armco, un penetrator (3) prins pe echipajul mobil, o pastilă din oțel Armco (4) și o piesă de legătură din bronz (5). Pe corpul (6) se găsește la partea inferioară o talpă (7) pentru adaptarea la geometria piesei încercate și o fotobarieră fb_1, formată dintr-o diodă emițătoare în infraroșu (8) și o diodă receptoare în infraroșu (9). În partea superioară a corpului (6) se găsește un magnet sinterizat (10) prevăzut cu un concentrator magnetic (11) și fixat cu o piuliță specială (12). Elementele (13), (14), (15) folosesc pentru strîngerea cablului de legătură (16). În exterior sonda este îmbrăcată cu un capac (17). Schema electro-

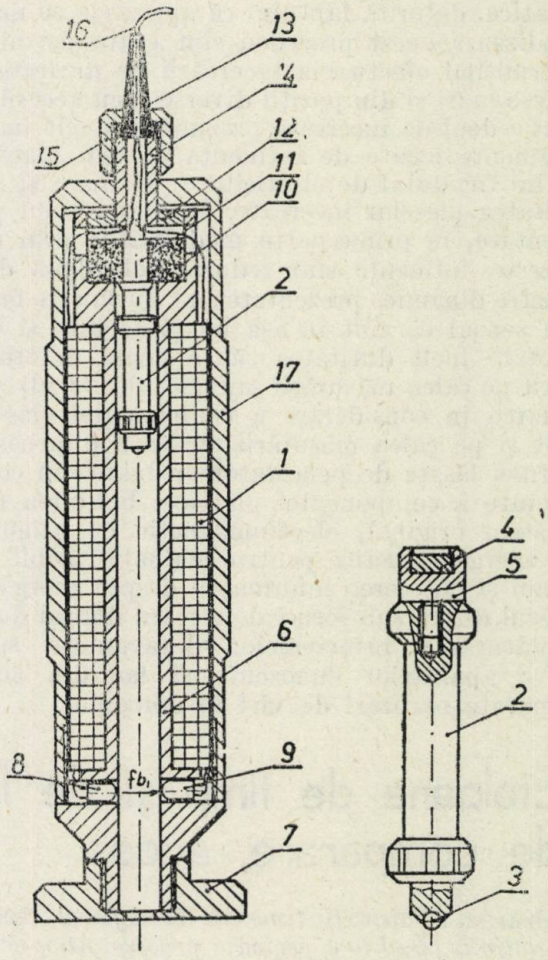


Fig. 6 Secțiune prin sonda durimetrului cu măsurarea energiei de recul.

nică are asemănări mari cu cea din fig. 5 cu specificația că numărătorul (21) numără semnalele N_1 ce trec din momentul închiderii întrerupătorului K și se oprește la traversarea fotobarierei Fb de vîrful echipajului mobil (2). Aceeași fotobarieră și aceeași trecere pornește și numărătorul (22). Acesta numără semnalele N_2 pînă cînd echipajul mobil traversează din nou fotobariera după recul (fotodiodele (8), (9) „se văd"). Numărul de semnale N_1 folosește pentru stabilirea constantei energiei de impact iar numărul de semnale N_2 pentru corelarea cu duritatea

$$H \simeq \frac{K_3}{N_2} \qquad (18)$$

unde constanta K_3 provine din tabele PROM și include ca și în cazul durimetrului precedent influența modulului de elasticitate E.

Concluzii

Încercarea de duritate cu sarcini dinamice și măsurarea energiei de recul are perspective reale de a deveni un procedeu complementar procedeelor clasice cu sarcini de încărcare statice, datorită faptului că aparatele ce materializează acest procedeu sînt toate portabile, permițînd efectuarea încercării de duritate pe piese mari și din poziții diverse greu accesibile. Procedeul de încercare prezintă și unele inconveniente legate de influența naturii materialului (modulul de elasticitate) de masa și rigiditatea pieselor încercate. În lucrare sînt prezentate, în prima parte, modalitățile prin care aceste influențe sînt reduse. Cele două durimetre dinamice prezentate sînt durimetre mixte în sensul că sînt în așa fel proiectate și executate încît duritatea să se poată determina atît pe calea măsurării energiei de recul, prin luarea în considerare a componentei elastice, cît și pe calea măsurării optice a dimensiunii urmei lăsate de penetrator cu luarea în considerare a componentei plastice. Folosirea unui sistem original, electromagnetic, de asigurare a energiei cinetice pentru echipajul mobil precum și obținerea informației despre energia de recul direct sub formă de semnal digital duc la înlăturarea principalelor dezavantaje specifice aparatelor cunoscute și fac din aceste aparate realizări de vîrf în domeniu.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Weiler W.* ș.a., Härteprüfung an Metallen und Kunststoffen, Expert Verlag, 1990

[2] *Mocanu D. R.* ș.a., Încercarea materialelor, Ed. Tehnică, București 1984

[3] *Gutt Gh.*, Bericht über die Möglichkeit des Baues von tragbaren dynamischen Härteprüfgeräten, Ludwigshafen 1991

[4] *Gutt Gh.* ș.a., Durimetru dinamic cu bilă, Tehnomus, Suceava 1989, p. 366—371

[5] *Gutt Gh.*, Noutăți în domeniul încercării de duritate, Tehnomus, Suceava 1991, p. 137—145

[6] *Gutt S., Gutt Gh.*, Încercarea dinamică de duritate. Procedee de încercare bazate pe măsurarea energiei, Tehnomus, Suceava 1991, p. 146—158

[7] *Gutt Gh., Wulfmeyer H.*, Durimetru portabil pentru încercarea universală de duritate dinamică, Tehnomus, Suceava 1991, p. 168—173

[8] *Wulfmeyer H., Gutt Gh.*, Procedee de încărcare automată la durimetre statice și dinamice, Tehnomus, Suceava 1991, p. 159—167

[9] *Gutt Gh., Gutt S.*, Încercarea dinamică de duritate. Procedee și aparate. În curs de apariție, Ed. Tehnică

[10] *Leeb D.*, Neues dynamisches Messverfahren zur Härteprüfung metallischer Werkstoffe, VDI-Berichte, Nr. 308—1978

[11] *Leeb D.*, Zur Definition des Härtewertes „L" VDI Berichte Nr. 583—1986

[12] *Gutt Gh.*, Brevet RO 100246/1989

[13] *Gutt Gh.*, Brevet RO 99347/1989

[14] *Gutt Gh.*, Brevet RO 98566/1989

[15] *Gutt Gh.*, Brevet RO 99481/1989

[16] *Gutt Gh.*, Brevet RO 99632/1989

[17] *Gutt Gh., Wulfmeyer H., Gutt S.*, Durimetru electronic portabil cu sarcini dinamice mici — Revista Metrologie, 1992, în curs de apariție.

Etaloane de timp și de frecvență: caracteristici, metode de comparare, acces

ANCA NICULESCU *

Abstract: *Scientific time can be defined through datations fixed to a periodic process. Atomic time is currently resulting from the addition of seconds from an arbitrary origin. On a practical point of view, scientific time is realized by atomic clocks which exhibit metrological qualities like accuracy and stability. As the unit of time is the best realized, many large systems are based on atomic standards. On the other hand, national and international time/frequency references are made available through various means.*

Résumé: *On peut définir un temp scientifique par les datations attachées aux marques d'un processus périodique; c'est actuellement le cas avec le temps atomique que est l'addition d'intervalles unitaires—secondes—à partir d'une origine arbitraire. Actuellement le temps scientifique est génére par des étalons atomiques de fréquence qui fonctionnent en horologes. Il possede des qualites métrologiques d'exactitude, de stabilité telles que l'unité de temps est celle que l'on sait le mieux realizer; d'ou l'interet de systemes basés sur des étalons atomiques de frecquence. L'accès aux références nationales et internationales de temps/fréquence est possible sous multiples formes aux utilisateurs.*

* Institutul Național de Metrologie, șos. Vitan-Bîrzești, nr. 11, sector 4, București

I. Introducere

În natură nu există o scară de timp absolută; toate scările de timp au fost construite de oameni, din nevoia de a se putea raporta la anumite evenimente, bazîndu-se fie pe observații astronomice, fie pe fenomene fizice. Aceste scări de timp constituie aproximări imperfecte ale unei scări de timp ideale.

Realizarea acestor scări de timp s-a modificat profund în ultimele decenii, atît pe plan conceptual, cît și din punct de vedere al realizărilor tehnologice.

În anul 1967, la cea de a 13-a Conferință Generală pentru Măsuri și Greutăți (BIMG), s-a adoptat noua definiție a secundei ca fiind „durata a 9192631770 perioade ale radiației corespunzătoare tranziției între două nivele hiperfine ale atomului de Cs 133 aflat în stare fundamentală".

Această nouă definiție a impus ca mărime fundamentală frecvența ceea ce a permis

modificarea concepției privitoare la scara de timp, de la ideea de păstrare a scării de timp la ideea de generare a ei.

O altă consecință a introducerii noii definiții a fost sporirea considerabilă a aplicațiilor : în geodezie, telecomunicații, în metrologia lungimilor unde, în anul 1983 apare o nouă definiție a metrului ca urmare a progreselor realizate în domeniul laserelor ca generatoare de frecvență ultrastabilă.

În continuare vom face o scurtă trecere în revistă a etaloanelor de frecvență, a modului în care se realizează scările de timp și a mijloacelor de comparare a acestor etaloane, cu referire specială la situația din țara noastră. Scopul articolului este de a furniza un minimum de informație celor interesați în aceste probleme, urmînd ca pentru date suplimentare și detalii să se adreseze Laboratorului de timp și frecvență al Institutului Național de Metrologie din București.

2. Etaloane de frecvență

Etaloanele de frecvență existente la ora actuală pe plan mondial sînt : etaloane cu Cesiu, etaloane cu Rubidiu, maseri cu hidrogen, oscilatoare cu cuarț și laseri.

Dintre caracteristicile metrologice ale etaloanelor de frecvență următoarele două sînt cele mai reprezentative :

Exactitatea : gradul de conformitate a unei valori, măsurată sau calculată, cu definiția ei ;

Stabilitatea : variația involuntară a frecvenței într-un interval de timp dat.

Caracteristicile acestor etaloane se găsesc exprimate sintetic în tabelul 1.

Etalonul de frecvență cu cuarț este cel mai răspîndit, el jucînd un rol esențial atît singur cît și în asociație cu o tranziție atomică datorită excelentei stabilități pe termen scurt. În

Tabelul 1

Caracteristicile etaloanelor de timp și frecvență

Etalon	Exactitatea	Stabilitatea	Observații
Cesiu comercial	$2...5.10^{-12}$		stabilitatea pe termen foarte lung este egală cu exactitatea
Cesiu de laborator	$10.^{-13}..10^{-14}$		
Rubidiu comercial		$5\cdot10^{-13}/100s$	
Maser cu hidrogen	10^{-12}	$5\cdot10^{-15}/100s$ $2\cdot10^{-15}/3000s$	există și prototipuri mai performante
Oscilator cu cuarț		$2\cdot10^{-13}$/ (1 la 100s)	
Laseri CO_2 (OsO_4)	$2\cdot10^{-12}$	$2\cdot10^{-14}/100s$	stabilizați cu OsO_4

ultimii ani, progresele făcute atît în știință cît și în tehnică au permis găsirea unor soluții noi pentru rezolvarea unor probleme pur mecanice și au contribuit la micșorarea semnificativă a influențelor exercitate de mediul ambiant asupra oscilatorului cu cuarț.

În grupul etaloanelor atomice de frecvență (rubidiu, cesiu, maser cu hidrogen) etalonul cu jet de cesiu are un rol deosebit deoarece el stă la baza definiției secundei și hertzului. Stabilitatea pe termen lung este excelentă, de ordinul $\pm2\cdot10^{-12}$ pe întreaga durată de viață a tubului cu cesiu, care este în medie 4 ani ; stabilitatea pe termen scurt este dată practic de stabilitatea oscilatorului cu cuarț. În perspectivă se află în studiu o nouă generație de etaloane cu cesiu care vor utiliza tehnica pompajului optic.

Etalonul atomic de frecvență cu rubidiu reprezintă un compromis între prețul și performanțele lui ; în particular are o mai bună stabilitate pe termen scurt decît un etalon comercial cu cesiu.

Maserul cu hidrogen este cel mai stabil etalon realizat pe plan industrial, dar din punct de vedere al prețului de cost este un aparat costisitor.

Laserele sînt utilizate ca generatoare de frecvență în domeniul vizibil și infraroșu, putînd avea proprietăți metrologice deosebite.

În prezent, în 44 de laboratoare naționale de timp și frecvență funcționează peste 200 de etaloane atomice, dintre care aproximativ 10 sînt considerate de exactitatea cea mai ridicată. Numărul total al etaloanelor atomice este însă mult mai mare, de ordinul miilor, ele fiind utilizate ca referințe de frecvență în foarte multe domenii și aplicații.

Etalonul național de timp/frecvență al țării noastre este constituit din doi maseri cu hidrogen aflați la Institutul Național de Metrologie (INMB). Maserii sînt construiți de IFTAR — București și au performanțe comparabile cu cei fabricați în străinătate : exactitatea este de $7\cdot10^{-12}$, iar stabilitatea frecvenței este de cîteva unități de 10^{-13} (1 la 100 s). În viitor se preconizează completarea etalonului național de timp/frecvență cu un etalon atomic cu cesiu, care să asigure accesul permanent la definiția secundei și posibilitatea realizării unui etalon de grup.

3. Orologii și scări de timp

Un orologiu poate fi obținut prin asocierea unui generator — numărător la un etalon de frecvență care funcționează fără întrerupere. În acest fel se poate genera o scară de timp pornind de la o origine arbitrară.

Atît orologiul cît și scara de timp furnizată de el au aceleași caracteristici metrologice de bază ca și etalonul de frecvență utilizat : sta-

bilitatea şi exactitatea frecvenţei. O caracteristică de importanţă deosebită este stabilitatea pe termen lung (mai multe luni), iar suplimentar apare şi noţiunea de exactitate în timp care reprezintă diferenţa dintre indicaţia scării de timp generate şi o scară de timp considerată absolută (de referinţă); în practică este vorba de exactitatea relativă în timp.

Scara de timp a unei ţări este furnizată de etalonul naţional de timp şi frecvenţă al ţării respective şi această scară trebuie să fie menţinută, în conformitate cu recomandările Comitetului Consultativ Internaţional pentru Radiocomunicaţii (CCIR), într-un interval de $\pm$ 1 μs faţă de unitatea de timp (Timp Universal Coordonat) furnizată de BIMG. Pînă în prezent această recomandare nu este încă general aplicată în toate ţările.

De asemenea, scara de timp trebuie modificată periodic prin salturi de 1 s, data la care se produc aceste salturi fiind anunţată de BIMG printr-o circulară periodică. Aceste corecţii se fac pentru a se păstra sincronizarea scării de timp cu timpul de rotaţie al Pămîntului, ceea ce este esenţial pentru navigaţie (determinarea exactă a coordonatelor).

Tot BIMG furnizează, prin aceeaşi circulară, valoarea Timpului Atomic Internaţional, care se calculează pornind de la un ansamblu de orologii atomice ce funcţionează în diverse laboratoare din lumea întreagă.

4. Posibilităţi de comparare cu etaloane de timp şi frecvenţă

Pentru a cunoaşte modul în care etalonul naţional de timp şi frecvenţă se racordează la cele mai bune realizări în domeniu, obţinute de alte laboratoare este necesară intercomparrarea permanentă cu acestea prin intermediul unor semnale radioelectrice.

În acelaşi timp, orice laborator din ţară care doreşte să-şi etaloneze propriile etaloane de timp şi frecvenţă are la dispoziţie mai multe căi de acces către diverse surse de semnale etalon de timp şi frecvenţă.

În tabelele 2 şi 3 sînt prezentate principalele posibilităţi de comparare, existente la ora actuală, pentru a putea compara etalonul de timp şi frecvenţă cu alte etaloane avînd performanţe superioare.

Dezvoltarea în ultimii zece ani a sateliţilor artificiali a adus soluţii noi şi interesante, ei devenind principalele instrumente utilizate atît pentru compararea pe plan naţional cît şi internaţional a etaloanelor atomice; prin recepţionarea semnalelor provenind de la sistemul de navigaţie „Global Positioning System" (GPS) se pot intercompara două etaloane atomice de o parte şi de alta a oceanului Atlantic cu o precizie de cîteva nanosecunde. Există de asemenea şi sistemul de sateliţi GLONASS

Tabelul 2

Intercomparări cu semnale etalon de timp

	Exactitatea	Precizia măsurării	Accesibilitatea	Aparatura necesară
Semnale orare	$\pm$ 1 ms	$\pm$0,1ms	Recepţie radio pe 14996kHz	Receptor US osciloscop
LORAN-C	$\pm$1 μs	$\pm$0,2μs	Recepţia „undei de sol" pe 100 kHz	Receptor special, cronometru, osciloscop
Televiziune	$\pm$10 ns	$\pm$10 ns	Pe întreg teritoriul naţional se recepţionează aceeaşi emisiune sau se vede acelaşi emiţător	Receptor comparator TV, osciloscop

Obs. 1. În toate cazurile menţionate mai sus este necesară cunoaşterea duratei de propagare şi a întîrzierilor introduse de aparatură.

Obs. 2. Informaţii suplimentare asupra aparaturii specifice utilizate şi a metodelor de comparare se pot obţine prin consultarea bibliografiei indicate.

Tabelul 3

Intercomparări cu semnale etalon de frecvenţă

	La emisie			La recepţie	
	Frecvenţa kHz	Exactitatea	Stabilitate pe zi	Exactitate	Stabilitate pe zi
Semnale purtătoare etalon					
DCF 77	77,5	$2\cdot10^{-12}$	$3\cdot10^{-13}$	$2\cdot10^{-12}$	$3\cdot10^{-10}$
HBG	75				
				Obs. Se recepţionează unda reflectată	
LORAN-C	100	Nu se specifică (1)		$<\cdot510^{-12}$	$<5\cdot10^{-12}$

(1) Pentru a menţine sincronizarea în timp în intervalul de $\pm$ 5 μs faţă de TUC(USNO) sînt necesare corecţii ale frecvenţei.

care operează deasupra teritoriului Comunităţii Statelor Independente. Aceste sisteme nu sînt folosite în prezent în ţara noastră deoarece necesită un echipament specializat cu un preţ de cost ridicat. Receptoarele GPS sînt produse comerciale, dar ele nu rezolvă decît parţial problema: sistemul GPS fiind un sistem militar, este afectat intenţionat de un „zgomot codat", care îi degradează exactitatea pentru utilizatorii neagreaţi. Astfel, utilizatorul care posedă codul (P – code sau Protected code) bene-

bilitatea şi exactitatea frecvenţei. O caracteristică de importanţă deosebită este stabilitatea pe termen lung (mai multe luni), iar suplimentar apare şi noţiunea de exactitate în timp care reprezintă diferenţa dintre indicaţia scării de timp generate şi o scară de timp considerată absolută (de referinţă); în practică este vorba de exactitatea relativă în timp.

Scara de timp a unei ţări este furnizată de etalonul naţional de timp şi frecvenţă al ţării respective şi această scară trebuie să fie menţinută, în conformitate cu recomandările Comitetului Consultativ Internaţional pentru Radiocomunicaţii (CCIR), într-un interval de $\pm$ 1 μs faţă de unitatea de timp (Timp Universal Coordonat) furnizată de BIMG. Pînă în prezent această recomandare nu este încă general aplicată în toate ţările.

De asemenea, scara de timp trebuie modificată periodic prin salturi de 1 s, data la care se produc aceste salturi fiind anunţată de BIMG printr-o circulară periodică. Aceste corecţii se fac pentru a se păstra sincronizarea scării de timp cu timpul de rotaţie al Pămîntului, ceea ce este esenţial pentru navigaţie (determinarea exactă a coordonatelor).

Tot BIMG furnizează, prin aceeaşi circulară, valoarea Timpului Atomic Internaţional, care se calculează pornind de la un ansamblu de orologii atomice ce funcţionează în diverse laboratoare din lumea întreagă.

4. Posibilităţi de comparare cu etaloane de timp şi frecvenţă

Pentru a cunoaşte modul în care etalonul naţional de timp şi frecvenţă se racordează la cele mai bune realizări în domeniu, obţinute de alte laboratoare este necesară intercomparrarea permanentă cu acestea prin intermediul unor semnale radioelectrice.

În acelaşi timp, orice laborator din ţară care doreşte să-şi etaloneze propriile etaloane de timp şi frecvenţă are la dispoziţie mai multe căi de acces către diverse surse de semnale etalon de timp şi frecvenţă.

În tabelele 2 şi 3 sînt prezentate principalele posibilităţi de comparare, existente la ora actuală, pentru a putea compara etalonul de timp şi frecvenţă cu alte etaloane avînd performanţe superioare.

Dezvoltarea în ultimii zece ani a sateliţilor artificiali a adus soluţii noi şi interesante, ei devenind principalele instrumente utilizate atît pentru compararea pe plan naţional cît şi internaţional a etaloanelor atomice; prin recepţionarea semnalelor provenind de la sistemul de navigaţie „Global Positioning System" (GPS) se pot intercompara două etaloane atomice de o parte şi de alta a oceanului Atlantic cu o precizie de cîteva nanosecunde. Există de asemenea şi sistemul de sateliţi GLONASS

Tabelul 2

Intercomparări cu semnale etalon de timp

	Exactitatea	Precizia măsurării	Accesibilitatea	Aparatura necesară
Semnale orare	$\pm$ 1 ms	$\pm$0,1ms	Recepţie radio pe 14996kHz	Receptor US osciloscop
LORAN-C	$\pm$1 μs	$\pm$0,2μs	Recepţia „undei de sol" pe 100 kHz	Receptor special, cronometru, osciloscop
Televiziune	$\pm$10 ns	$\pm$10 ns	Pe întreg teritoriul naţional se recepţionează aceeaşi emisiune sau se vede acelaşi emiţător	Receptor comparator TV, osciloscop

Obs. 1. În toate cazurile menţionate mai sus este necesară cunoaşterea duratei de propagare şi a întîrzierilor introduse de aparatură.

Obs. 2. Informaţii suplimentare asupra aparaturii specifice utilizate şi a metodelor de comparare se pot obţine prin consultarea bibliografiei indicate.

Tabelul 3

Intercomparări cu semnale etalon de frecvenţă

	La emisie			La recepţie	
	Frecvenţa kHz	Exactitatea	Stabilitate pe zi	Exactitate	Stabilitate pe zi
Semnale purtătoare etalon					
DCF 77	77,5	$2\cdot10^{-12}$	$3\cdot10^{-13}$	$2\cdot10^{-12}$	$3\cdot10^{-10}$
HBG	75				
				Obs. Se recepţionează unda reflectată	
LORAN-C	100	Nu se specifică (1)		$<\cdot510^{-12}$	$<5\cdot10^{-12}$

(1) Pentru a menţine sincronizarea în timp în intervalul de $\pm$ 5 μs faţă de TUC(USNO) sînt necesare corecţii ale frecvenţei.

care operează deasupra teritoriului Comunităţii Statelor Independente. Aceste sisteme nu sînt folosite în prezent în ţara noastră deoarece necesită un echipament specializat cu un preţ de cost ridicat. Receptoarele GPS sînt produse comerciale, dar ele nu rezolvă decît parţial problema: sistemul GPS fiind un sistem militar, este afectat intenţionat de un „zgomot codat", care îi degradează exactitatea pentru utilizatorii neagreaţi. Astfel, utilizatorul care posedă codul (P – code sau Protected code) bene-

ficiază de semnale cu exactitate de 10...20 ns, pe cînd ceilalți care au acces doar la codul civil (codul C/A) le recepționează cu o exactitate scăzută, abia 150 ns. Pentru sistemul GLONASS nu există receptoare comercializate.

O altă posibilitate de intercomparare a etaloanelor constă în folosirea unui etalon transportabil care permite pe lîngă intercompararea la fața locului a etaloanelor și determinarea duratei de propagare a unor semnale etalon recepționate de laboratorul respectiv.

Tot pentru compararea etaloanelor de timp și frecvență cu o înaltă exactitate se utilizează metoda semnalelor etalon TV, se recepționează o aceeași emisiune TV, fie direct fie prin intermediul lanțurilor de radiorelee intermediare, de cele două laboratoare care își intercompară etaloanele. Se măsoară intervalul de timp dintre semnalul de secundă care provine de la etalon și primul impuls de cadre care îl succede. Pentru a se putea utiliza această metodă este obligatorie realizarea sincronizării sincrogeneratorului TV de linii și cadre, aflat la Studioul de Televiziune, cu etalonul național de timp/frecvență. Transmiterea semnalelor de sincronizare de la INMB la Studioul de Televiziune se poate face prin cablu telefonic sau cablu hertzian.

Această metodă de comparare ar facilita etalonarea aparaturii de măsurare din domeniul timp/frecvență fără a mai fi necesară transportarea lor la sediul INMB.

De asemenea, această metodă de comparare a fost utilizată pentru intercompararea etaloanelor naționale de timp/frecvență ale României și Bulgariei.

5. Concluzii

Timpul și frecvența sînt în prezent mărimile fizice măsurabile cu cea mai înaltă exactitate și în același timp, mărimile care sînt cele mai ușor de difuzat (transmis la distanță). Aceasta permite organizarea unor observații eficiente și facilitează accesul celor interesați la sistemele naționale și internaționale de diseminare a semnalelor etalon de timp și frecvență. Metodele de comparare evoluează continuu și este de așteptat apariția unor tehnici și a unor principii noi, unele cu totul surprinzătoare.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Graveaud M.* Le temp scientifique en 1991 Sa réalisation et sa diffusion. L'onde Électric — Mars—Avril 1992, vol. 72, Nr. 2/7

[2] * * * News from Rohde & Schwarz nr. 79 vol. 17, nr. 80 vol. 18, 1977

[3] *Rubiola E.*, Metrological Use of Loran—C Navigation Receivers, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 39, nr. 2, April 1990

[4] *Lucas J.*, Recepteur de comparaison de temp pour LORAN—C „Recotlor'' ,Note Tehnique nr, 20, Centre National d'Étude des Telecommunications, 1970

[5] *Potts E. C., Bernard W.*, Precise Time and Frecquency Dissemination via LORAN—C, System, Proceedings of the IEEE, vol. 60, nr. 5, May 1972

[6] *Parcelier P.*, Development of time synchronization by television, Conference on Precision Electromagnetic Measurements, Boulder 1970

[7] *Gabry A.*, Ensemble comparateur d'impulsions a 10 ns pour la mesure des signaux de temps et l'intercomparasion par la television, Note Technique nr. 17, CNET 1970

[8] *Howe D.*, Nationwide precise time and frequency distribution utilizing on active code within network television broadcasts, IEEE Transaction on Instrumentation and Measurement, Aug. 1972

[9] *Lewandowski W., Thomas C.*, GPS Time Transfer, IEEE Special Issue on Time August 1991

[10] *Lewandowski W., Petit G., Thomas C., Weiss M.*, GPS Time Closure Around the World Using Precisce Ephmerides, Ionospheric Measurements and Accurate Antenna Coordinates Proc. 5th European Frequency and Time Forum, March 1991

Aspecte ale dozimetriei radiațiilor X și gama aplicată în radioprotecție

SANDA MANIȚIU *

Abstract : *The main quantities used in X and gamma ray dosimetry for people and environment protection against ionizing radiation are presented, using the definitions accepted by the latest international regulations. A method for dose equivalent evaluation is suggested which uses quantities that can be measured directly and the conversion factors accepted by the specialized publications.*

Résumé : *On présente les principales grandeurs utilisées dans la dosimétrie des rayons X et gamma pour la protéction de la population et de l'environment contre les rayons ionisantes en utilisant les définitions acceptées par les plus récentes récommendations internationales. On décrie une méthode d'évaluation de la dose équivalente basée sur des grandeurs, directement mesurables et les facteurs de conversion acceptés par les publications spécialisées.*

* Institutul Național de Metrologie
Șos. Vitan Bîrzești nr. 11, București

1. Introducere

Asigurarea radioprotecției populației prin supravegherea continuă a mediului (monitoare), respectiv „nivelul'' de radiații X și gama în întregul teritoriu, și prin estimarea gradului de iradiere al fiecărui individ sau grup de populație, a impus definirea unor mărimi fizice specifice radioprotecției și adoptarea unor valori limită

pentru acestea, atît pentru populația în ansamblu, cît și pentru personalul expus profesional la radiații ionizate.

Comisia Internațională pentru Protecția Radiologică (ICRP) a recomandat, în acest scop, utilizarea mărimilor *echivalent de doză* în diferite organe sau țesuturi ale unui individ și suma ponderată a acestor echivalenți de doză în mărimi pentru care s-au stabilit valori maxime permise, considerate nepericuloase, pentru om. Aceste limite permise au fost adoptate de legislația majorității țărilor, inclusiv de țara noastră.

Din nefericire, echivalentul de doză, atît într-un organ al corpului uman, cît și pentru organismul întreg, nu sînt mărimi care să se poată măsura direct; ele se estimează prin intermediul altor mărimi dozimetrice, precum și în baza unor convenții în ceea ce privește echivalarea poziției reale a diferitelor organe în corpul uman cu profunzimi într-o fantomă echivalentă țesut uman, în care se fac măsurările. În consecință, o măsurare care permite o aproximare adecvată (evitînd atît subestimarea cît și o prea mare supraestimare) a echivalentului de doză efectiv datorat surselor externe de radiații X și gama este o cerință a sistemului de specificare a iradierii în termeni numerici [1].

Studii privind punerea la punct a unor metode de determinare a echivalentului de doză, care să rezulte din mărimi măsurabile direct (expunerea la o sursă externă de radiații, kerma în aer și doza absorbită) au fost întreprinse sistematic de către un Comitet înființat de ICRU, în acest scop, în anul 1979. Grupul de lucru respectiv, care a fost denumit Comitetul de raportare a determinării practice a echivalentului de doză [2], de la data înființării sale a elaborat metodologia de lucru pentru astfel de determinări și a compilat datele obținute. Aceste date sînt legate de un număr mare de variabile, care includ echivalentul de doză pe unitatea de fluență în organele unei fantome antropomorfe, pentru diferite radiații, energii și direcții de incidență, ca și distribuțiile echivalentului de doză într-o fantomă sferică.

În Raportul prezentat [2] sînt statuate definițiile mărimilor care trebuie folosite în monitorarea radiațiilor ionizante în scopul estimării valorilor mărimilor de interes în radioprotecție. Versiunea finală a Raportului a fost adoptată în iulie 1984. Mărimile și convențiile statuate în acest Raport au fost folosite de laboratoarele cu preocupări în domeniu în toate țările dezvoltate, inclusiv în laboratoarele naționale de metrologie respective; s-au determinat astfel majoritatea valorilor de interes care intervin în evaluarea echivalentului de doză pornind de la mărimi direct măsurabile și utilizînd metodele și convențiile stipulate în Raport, rezultatele fiind publicate sub formă de tabele și de diagrame.

Dat fiind interesul pe care îl prezintă aceste lucrări și necesitatea aplicării lor în domeniul metrologiei radiațiilor ionizante pentru asigurarea dozimetrică în scop de radioprotecție a populației și a mediului, în cele ce urmează vom trece în revistă principalele prevederi ale Raportului ICRU [2], pornind de la revederea principalelor mărimi dozimetrice măsurate în mod curent. Legat de acestea și corelat cu rezultatele măsurărilor întreprinse în alte laboratoare de specialitate, cele ce urmează pot constitui un ghid de lucru pentru laboratoarele (metrologice, în primul rînd) în care se efectuează măsurări dozimetrice în scop de radioprotecție și, în același timp, o subliniere a atenției ce trebuie avută în interpretarea valorilor obținute prin măsurare atunci cînd se procedează la estimarea valorilor echivalenților de doză.

2. Mărimi dozimetrice măsurabile

2.1 *Expunerea*, X, este o mărime direct măsurabilă, definită pentru radiații X și gama ca:

$$X = \frac{dQ}{dm} \qquad (1)$$

unde:

dQ sarcina electrică totală a ionilor de un singur semn produși într-un element de aer liber, cînd toți electronii eliberați direct de fotoni sînt opriți în acel element de aer (la echilibru electronic);

dm masa elementului de aer.

Unitatea SI pentru expunere [3] este coulombul pe kilogram ($C \cdot kg^{-1}$).

Metoda de măsurare a expunerii este directă, ionometrică.

Etalonul pentru expunere este camera de ionizare (specifică unui interval energetic precizat) plus instalația electronică de prelucrare și afișare a rezultatelor.

Principalele caracteristici de măsurare:

● Pentru camera de ionizare:

— factorul de calibrare (în kg) în intervalul precizat.

● Pentru instalația electronică:

— măsurarea directă a curentului de ionizare cu afișarea valorii măsurate (în A) într-un interval de timp cronometrat (în s);

— măsurarea tensiunii la bornele unei condensator etalonat sau a unei rezistențe etalonate, cu afișarea valorii tensiunii măsurate (în V) într-un interval de timp cronometrat (în s);

— măsurarea directă a sarcinii electrice totale, cu afișarea valorii măsurate (în C);

— măsurarea directă a expunerii, în baza unei calibrări anterioare a etalonului, cu afișarea valorii măsurate (în $C \cdot kg^{-1}$).

2.2. *Kerma în aer*, K_{aer} este o mărime indirect măsurabilă, definită pentru radiații indirect ionizate (neîncărcate) ca :

$$K_{aer} = \frac{dE_k}{dm} \qquad (2)$$

unde :

dE_k suma energiilor cinetice inițiale ale tuturor particulelor ionizante încărcate eliberate de către particulele ionizante neîncărcate într-un element de aer, la echilibru electronic ;

dm masa elementului de aer.

NOTĂ : În definiția kermei nu intră energia disipată sub formă de radiație de frînare (bremsstrahlung).

Unitatea SI pentru kerma este gray (Gy).

Etalonul pentru kerma este camera de ionizare specifică unui interval energetic precizat plus instalația electronică de prelucrare și afișare a rezultatelor, același ca și pentru expunere.

Mărimea caracteristică pentru camera de ionizare este factorul de calibrare, definit ca raportul dintre kerma în aer și sarcina electrică a electronilor secundari din același volum de aer, aflați în condiții de echilibru electronic.

Unitatea SI pentru factorul de calibrare al camerei de ionizare este gray pe coulomb (Gy/C).

Observație : factorii de calibrare ai camerelor de ionizare, atît pentru expunere cît și pentru kerma, au valori certificate în urma etalonării camerelor pentru densitatea aerului corespunzătoare temperaturii de 293,15 K, presiunii de 101,325 kPa și umidității relative a aerului de 50%. În cazul în care măsurările se efectuează în alte condiții de mediu ambiant, valorile măsurate se vor corecta cu un factor de corecție, k_L, calculat din :

$$k_L = \frac{273{,}15 + t}{293{,}15} \times \frac{101{,}3}{p} \qquad (3)$$

unde :

t temperatura aerului din imediata vecinătate a camerei de ionizare cu care se face măsurarea, în °C ;

p presiunea aerului în încăperea în care se află situată camera de ionizare utilizată la măsurarea respectivă, în kPa.

Pentru calcularea valorii kermei în aer se utilizează valoarea expunerii măsurată în punctul de interes și formula :

$$K_{aer} = X \left(\frac{W}{e}\right)_{aer} \cdot \frac{1}{1-g} \qquad (4)$$

unde :

X expunerea măsurată în elementul de aer pentru care se determină kerma în aer, în C/kg ;

$\left(\frac{W}{e}\right)_{aer}$ energia medie disipată de radiația incidentă pentru ionizări și excitări pe unitatea de sarcină electrică, în J/C ;

g fracțiunea din energia inițială a electronilor secundari care se disipează sub formă de radiație de frînare (bramsstrahlung).

Deci :

$\frac{1}{1-g}$ fracțiunea din energia cinetică inițială a electronilor secundari care nu intră în definiția kermei [adimensională].

Valorile adoptate [4] pentru mărimile care intervin în formula (4) sînt :

$$\left(\frac{W}{e}\right)_{aer\ uscat} = (33{,}97 \pm 0{,}06)\ \text{J/C} \qquad (5)$$

$$\frac{1}{1-g} = \begin{cases} 1{,}000 & \text{pentru fascicule de radiații X cu energiile cuprinse în intervalul 100... 250 keV} \\ 1{,}002 & \text{pentru energia radiațiilor gama emise de } {}^{137}\text{Cs} \\ 1{,}003 & \text{pentru energia radiațiilor gama emise de } {}^{60}\text{Co} \end{cases}$$

Valorile pentru $1/(1-g)$ se găsesc publicate în [6].

2.3 *Doza absorbită*, D, este o mărime măsurabilă atît direct, cît și indirect, definită [1] pentru toate radiațiile (direct și indirect) ionizante ca :

$$D = \frac{d\bar{\varepsilon}}{dm} \qquad (6)$$

unde :

$d\bar{\varepsilon}$ energia medie cedată de către radiația ionizantă unui element de materie, exprimată în J ;

dm masa elementului de materie, exprimată în kg.

Energia, ε, cedată de către radiația ionizantă într-un volum de materie este :

$$\varepsilon = E_{in} - E_{em} + E_{rep}$$

unde :

E_{in} energia radiantă incidentă în volumul de materie, adică suma energiilor (exclusiv energia de repaus) a tuturor particulelor ionizante, încărcate și neîncărcate, care intră în volumul respectiv ;

E_{em} energia radiantă emergentă din același volum de materie, adică suma energiilor (exclusiv energia de repaus) a tuturor particulelor, încărcate și neîncărcate care părăsesc volumul respectiv ;

E_{rep} suma tuturor modificărilor (descrescătoare : semn pozitiv, crescătoare : semn negativ) energiei masice de repaus a nucleelor și a particulelor elementare în orice transformare nucleară care are loc în acel volum.

În situația în care este îndeplinită condiția de echilibru electronic în volumul de aer în care se face măsurarea, întrucît pentru radiații X și gama producerea de radiații de frînare este neglijabilă, se poate considera că, pentru acest tip de radiații :

$$K_{aer} \cong D_{aer}$$

Unitatea SI pentru doza absorbită este gray (Gy).

Etaloanele pentru doza absorbită sînt :

— pentru măsurare directă : calorimetrul

— pentru măsurare indirectă : etaloanele bazate pe metoda ionometrică

3. Mărimi dozimetrice estimate

3.1 *Echivalentul de doză într-un țesut sau organ*, H_T, este o mărime compusă, pentru toate tipurile de radiații (direct și indirect) ionizante într-un punct de interes din țesut sau organ din dozele absorbite, ponderate cu un factor de ponderare pentru radiație, W_R[9]. Valoarea acestor factori este cuprinsă în tabelul 1.

Tabelul 1

FACTORII DE PONDERARE PENTRU RADIAȚIE

Tipul și intervalul energetic	Factorul de ponderare, w_R
Fotoni, toate energiile de interes	1
Electroni și miuoni, toate energiile de interes, exclusiv electronii Auger emiși din nucleu	1
Neutroni, energii :< 10 keV	5
(10...100) keV	10
> 100 keV pînă la 2 MeV	20
> 2 MeV pînă la 20 MeV	10
> 20 MeV	5
Protoni, alții decît protoni de recul, energia > 2 MeV	5
Particule alfa, fragmente de fisiune, nuclee grele	20

NOTĂ : Toate valorile se referă la radiația incidentă pe corp sau pentru sursele interne, emisă de la surse.

3.2 *Echivalentul de doza efectiv*, H_E, se compune prin ponderarea echivalentului de doză cu factorul de ponderare țesut, w_T, și însumarea pentru totalitatea țesuturilor și organelor corpului :

$$H_E = w_T \cdot H_T \qquad (6)$$

Valorile factorilor de ponderare țesut sînt cuprinse în tabelul 2.

Tabelul 2

FACTORII DE PONDERARE ȚESUT

Țesutul sau organul	Factorul de pondere țesut, w_T
Gonade	0,20
Măduva oaselor	0,12
Colon	0,12
Plamin	0,12
Stomac	0,12
Vezica	0,05
Inima	0,05
Ficat	0,05
Esofag	0,05
Tiroida	0,05
Piele	0,01
Suprafața oaselor	0,01
Restul	0,05

Aplicațiile utilizării acestei mărimi se limitează la radioprotecție, în scopul comparării valorilor măsurate cu valorile limită acceptate pentru organul respectiv sau pentru întregul corp, aflat într-un cîmp de radiații ionizante un interval de timp specificat.

Unitatea SI, atît pentru echivalentul de doză, cît și pentru echivalentul de doză efectiv este sievert Sv.

Echivalentul de doză se estimează pentru diferite organe (profunzimi) în țesut prin metode specifice [2]. Se consideră convenabil, în scop de radioprotecție, să se determine echivalenții de doză care pot să fie corelați cu echivalentul de doză efectiv în corp și echivalentul de doză în piele. Acest lucru se face separat pentru monitorarea mediului (inclusiv pentru monitoare de arie) și pentru monitorarea individuală.

Pentru determinarea mărimilor asociate acestei convenții s-au adoptat cîteva definiții [1,2].

4. Convenții și definiții

4.1 *Sfera ICRU* [1, 2] este o sferă cu diametrul de 30 cm confecționată din material echivalent țesut, cu densitatea de $1\ g \cdot cm^{-3}$ și cu următoarea compoziție masică : 76,2% oxigen ; 11,1% carbon ; 10,1% hidrogen ; 2,6% azot.

Definirea și adoptarea sferei ICRU s-a făcut în anul 1980 [1], în baza următoarelor considerente :

Doza absorbită maximă pentru un anumit cîmp de radiații depinde, în general, de dimensiunile și de materialul fantomei pe care se fac determinările. Din acest motiv, pentru estimarea cantitativă a cîmpului de radiații ambiant, în scop de radioprotecție, este necesară utilizarea unei fantome din material echivalent

țesut și ale cărei dimensiuni să fie comparabile cu cele ale corpului uman. Forma sferică a fantomei s-a ales pentru a elimina necesitatea precizării orientării fantomei în cîmpul de radiații. În majoritatea situațiilor practice, doza absorbită maximă sau echivalentul de doză într-o asemenea fantomă sînt comparabile în mod adecvat cu cele obținute într-un corp uman plasat în același loc.

4.2 *Cîmpuri de radiații derivate din cîmpurile reale de radiații* [2]

4.2.1 Cîmpul de radiații extins este cîmpul de radiații pentru care fluența, distribuția sa unghiulară și distribuția sa energetică au aceleași valori în întregul volum de interes ca și cele ale cîmpului real în punctul de referință.

4.2.2 Cîmpul de radiații aliniat și extins este cîmpul pentru care fluența și distribuția sa energetică sînt aceleași ca și pentru cîmpul extins, dar fluența este unidirecțională.

4.2.3 Radiații slab penetrante sînt considerate radiațiile pentru care echivalentul de doză primit de orice arie mică a stratului sensibil al pielii este mai mare decît de zece ori echivalentul de doză efectiv pentru o orientare dată a corpului într-un cîmp de radiații uniform și unidirecționat.

4.2.4 Radiații puternic penetrante sînt considerate radiațiile pentru care echivalentul de doză primit de orice arie mică a stratului sensibil al pielii este mai mic decît de zece ori echivalentul de doză efectiv pentru o orientare dată a corpului într-un cîmp de radiații uniform și unidirecționat.

4.3 *Mărimi dozimetrice asociate*

4.3.1 Mărimi utilizate în monitorarea mediului

Au fost introduse și definite [2] două noi concepte, care leagă cîmpul de radiații extern de echivalentul de doză efectiv și de echivalentul de doză în piele, specifice monitorării mediului și monitoarele de arie.

4.3.1.1 Echivalentul de doză ambiant, $H^*(d)$, într-un punct al unui cîmp de radiații, este echivalentul de doză care ar putea fi produs într-un cîmp corespunzător aliniat și extins, în sfera ICRU la o profunzime d, pe o rază opusă direcției cîmpului aliniat.

NOTE:

1. Profunzimea recomandată, d, pentru monitoare în termeni de $H^*(d)$ este 10 mm, iar $H^*(d)$ se poate scrie ca $H^*(10)$.

2. Un instrument al cărui răspuns este izotropic și care este calibrat în termeni de H^*, va măsura H^* în orice cîmp de radiații unoform pentru toate dimensiunile instrumentului respectiv.

3. Din definiția lui H^* rezultă necesitatea ca la proiectarea instrumentului respectiv să se țină seama de retroîmprăștiere.

4.3.1.2 Echivalentul de doză direcțional, $H'(d)$, într-un punct al unui cîmp de radiații, este echivalentul de doză care ar putea fi produs de către cîmpul corespunzător extins, în sfera ICRU la o profunzime d, pe o rază într-o direcție specificată.

NOTE:

1. Profunzimea recomandată, d, pentru monitoare în termeni de $H'(d)$ este 0,07 mm și $H'(d)$ se poate scrie ca $H'(0,07)$

2. Un instrument capabil să determine acest echivalent de doză la profunzimea recomandată într-un strat plan de material echivalent țesut, va determina în mod adecvat H' pentru radiații slab penetrante, dacă suprafața plană este perpendiculară pe direcția specificată și cîmpul de radiații este uniform pe întreaga suprafață de intrare a instrumentului.

4.3.2 Mărimi utilizate în monitorarea individuală

Au fost introduse două noi concepte și pentru această situație : primul dintre ele este adecvat pentru organele profunde care se iradiază cu radiații puternic penetrante ; cel de al doilea este adecvat pentru organele superficiale care se iradiază cu ambele tipuri de radiații, slab și puternic penetrante.

4.3.2.1 Echivalent de doză individual penetrant, $H_p(d)$, este echivalentul de doză în țesut moale sub un punct specificat din corp, la o profunzime d, care este corespunzătoare pentru radiații puternic penetrante.

NOTE [2]:

1. Profunzimea recomandată, d, pentru monitoare în termeni de $H_p(d)$ este 10 mm și $H_p(d)$ se poate scrie ca $H_p(10)$.

2. Această mărime se poate măsura cu un detector purtat la suprafața corpului și acoperit cu o grosime corespunzătoare de material echivalent țesut (sau înlocuitor).

3. Pentru calibrarea dozimetrelor se utilizează condiții convenționale simplificate, la o profunzime d într-o fantomă corespunzătoare. O astfel de fantomă, pentru dozimetrele purtate pe trunchi, este sfera ICRU.

4.3.2.2 Echivalentul de doză individual, superficial, $H_s(d)$ este echivalentul de doză în țesut moale sub un punct specificat al corpului, la o profunzime d, care corespunde radiațiilor slab penetrante.

Observație: Țesutul moale este definit, în ceea ce privește compoziția, ca la sfera ICRU.

NOTE:

1. Profunzimea recomandată, d, pentru monitoare în termeni de $H_s(d)$ este 0,07 mm și $H_s(d)$ se poate scrie ca $H_s(0,07)$

2. Această mărime se poate măsura cu detectori purtați la suprafața corpului și acoperiți cu grosimi corespunzătoare de material echivalent țesut (sau înlocuitori).

3. Calibrarea dozimetrelor se face în condiții convenționale simplificate, pe o fantomă corespunzătoare ; pentru dozimetrele purtate pe trunchi, o astfel de fantomă este sfera ICRU.

4.4 *Corelvrea mărimilor specifice estimării echivalenților de doză cu cerințele de radioprotecție*

Aplicarea recomandărilor ICRP [2] privind utilizarea mărimilor asociate definite la 3.2 ușurează estimarea echivalenților de doză datorați surselor externe de radiații, primite de orga-

nismul întreg sau de unele organe ale sale, în scop de radioprotecție (de comparare a valorilor măsurate cu limitele permise în fiecare caz).

4.4.1 $H^*(10)$ într-o localizare dată se poate corela cu echivalentul de doză efectiv, H_E, care ar putea fi primit de către o persoană în acea localizare, în baza următoarelor considerente: în multe cazuri de interes practic în radioprotecție, un instrument calibrat pentru a măsura $H^*(10)$, citește o valoare aproximativ constantă într-un volum care ar putea să fie ocupat de către o persoană în cîmpul respectiv de radiații; în acest caz, valoarea lui $H^*(10)$ este mai mare decît aceea a lui H_E, care ar putea să fie primit de către o persoană aflată în acel spațiu, cu posibila excepție a cîmpurilor de radiații de energie foarte mare. Dacă, totuși, așa cum este cazul cîmpurilor de radiații fotonice de energie mică și al cîmpurilor de radiații aproape izotropice, supraevaluarea lui H_E prin $H^*(10)$ este inacceptabilă, sînt necesare măsurări și prelucrări ale datelor obținute, mult mai complexe.

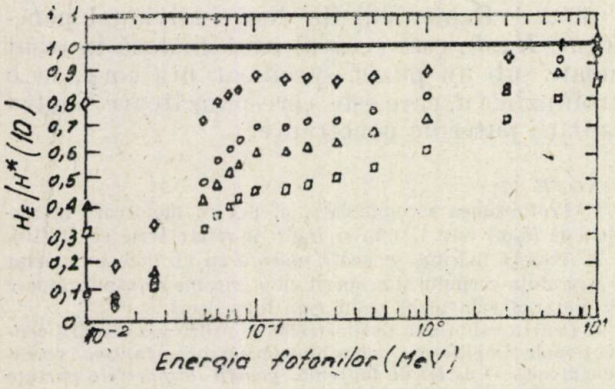


Fig. 1 Raportul dintre echivalentul de doză efectiv, H_E, și echivalentul de doză ambiant, $H^*(10)$, pentru diferite orientări ale unei forme antropomorfe, pentru expunere în același fascicul de fotoni, în funcție de energia fotonilor (*Williams* et. al. 1983). Fasciculul, fără fantomă în el, este paralel și unidirecțional și fluența sa este constantă în tot volumul destinat să fie ocupat de fantomă. Pentru o fantomă antropomorfă staționară, aceste rapoarte sînt indicate prin romburi (◇) în cazul în care radiația este direcționată în sensul anterior-posterior (numit iradiere AP) și prin cercuri (○) în cazul în care radiația este direcționată în sensul posterior-anterior (numit și PA). În cazul în care fasciculul de radiații este orizontal și fantoma antropomorfă este rotită în jurul unei axe verticale, rapoartele obținute sînt indicate prin triunghi (△). În cazul în care fantoma este rotită în jurul unor axe verticale și orizontale, astfel încît să primească o fluență egală din toate direcțiile (iradiere izotropică), rapoartele obținute sînt redate prin pătrate (□)

Au fost făcute, în acest sens, studii amănunțite, pe un mare număr de date [7], în scopul determinării relațiilor dintre echivalentul de doză efectiv H_E și $H^*(10)$ pentru diferite orientări ale unei fantome antropomorfe. În fig. 1 sînt cuprinse unele dintre rezultatele acestor cercetări.

4.4.2 $H'(0,07)$ într-o localizare dată este egal cu echivalentul de doză care ar putea să fie primit de stratul sensibil (la o profunzime de 0,07 mm) al oricărei suprafețe neacoperite a pielii, situată perpendicular pe direcția specificată pentru $H'(0,07)$.

4.4.3 $H_p(10)$ într-o localizare dată pentru o porțiune anterioară a corpului se poate corela cu H_E primit de trunchi pentru radiația incidentă din fața corpului sau laterala corpului.

4.4.4 $H_s(0,07)$ furnizează, de obicei, o estimare adecvată a echivalentului de doză pentru pielea expusă, aflată în vecinătatea dozimetrului respectiv, care este calibrat în funcție de această mărime.

Există totuși, unele condiții de iradiere (de exemplu în cazul expunerii la fotoni de energie mare sau în cel al iradierilor neuniforme), pentru care pot fi necesare măsurări mai amănunțite în scopul estimării adecvate a echivalenților de doză specificați în recomandări ICRP. Se consideră, de asemenea, că, în cele mai multe cazuri, echivalentul de doză limită pentru cristalinul ochiului nu va fi depășit, dacă limitele pentru echivalentul de doză efectiv și echivalentul de doză în piele nu sînt depășite.

4.5 *Utilizarea factorilor de conversie în măsurările dozimetrice efectuate în scop de radioprotecție*

Au fost efectuate [8, 10] măsurări sistematice în scopul determinării tuturor factorilor de conversie care permit corelarea mărimilor dozimetrice direct măsurabile cu mărimile definite în scop de radioprotecție. Rezultatele acestor măsurări au fost publicate sub formă de tabele. Dăm jos cîteva dintre diagramele rezultate din tabele [8], cu aplicații pentru monitorarea mediului. În tabelele 3 și 4 sînt cuprinse valorile factorilor de conversie conform Proiectului de recomandare IEC [10]. De remarcat că valorile la care ne referim nu sînt încă adoptate în Recomandări internaționale definitive.

Tabelul 3

FACTORII DE CONVERSIE KERMA ÎN AER – ECHIVALENT DE DOZĂ INDIVIDUAL PENETRANT, $H_p(10)$
recomandați pentru Debite de Kerma în aer mici, provenite de la radiații X filtrate, produse în conformitate cu prevederi ISO 4037

Tensiunea pe tub (kV)	Energia medie (keV)	Factorii de conversie $H_p(10)/K_{aer}$, (Sv/Gy)
55	48	1,70
70	60	1,88
100	87	1,86
125	109	1,76
170	148	1,61
240	211	1,47

Tabelul 4

FACTORII DE CONVERSIE KERMA ÎN AER – ECHIVALENT DE DOZĂ INDIVIDUAL PENETRANT, $H_p(10)$ recomandați pentru sursele gama emițătoare conform ISO 4037

Radionuclidul	Factorii de conversie $H_p(10)/K_{aer}$, (Sv/Gy)
^{241}Am	1,88
^{137}Cs	1,22
^{60}Co	1,18

Diagrama din fig. 2 reprezintă valoarea factorului de conversie $H'(0,07)/K_{aer}$, în Sv/Gy, în funcție de energia radiațiilor incidente.

Diagrama din fig. 3 reprezintă valoarea factorului de conversie $H'(0,07)$ $H_E$în funcție de energia radiațiilor incidente.

Diagrama din fig. 4 reprezintă valoarea factorului de conversie $H^*(10)/K_{aer}$, în Sv/Gy, în funcție de energia radiațiilor incidente.

Valoarea factorului de conversie pentru energia de 10 keV, $H^*(10)/K_{aer} = 0{,}010$ Sv/Gy nu este reprezentată în diagramă.

Diagrama din fig. 5 reprezintă valoarea factorului de conversie $H^*(10)/H_E$ în funcție de energia radiațiilor incidente.

Valoarea factorului de conversie pentru energia de 10 keV, $H^*(10)/H_E = 0{,}009$ nu este reprezentată în diagramă.

Intervalul de energie studiat, același pentru toți factorii de conversie de mai sus, este 10 keV ... 10 MeV.

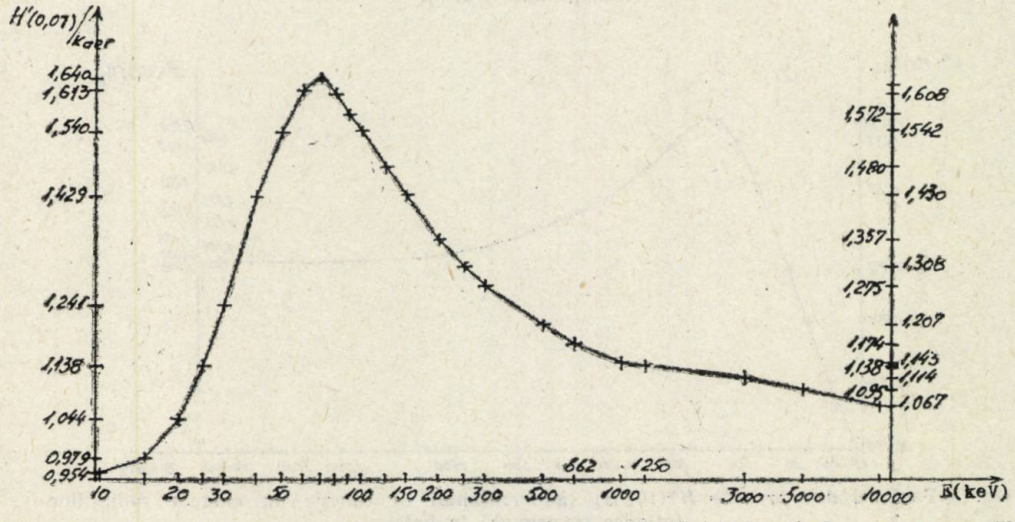


Fig. 2 Factorul de conversie $H'(0,07)/K_{aer}$ (exprimat în Sv/Gy) în funcție de energia radiațiilor fotonice, E (exprimată în keV).

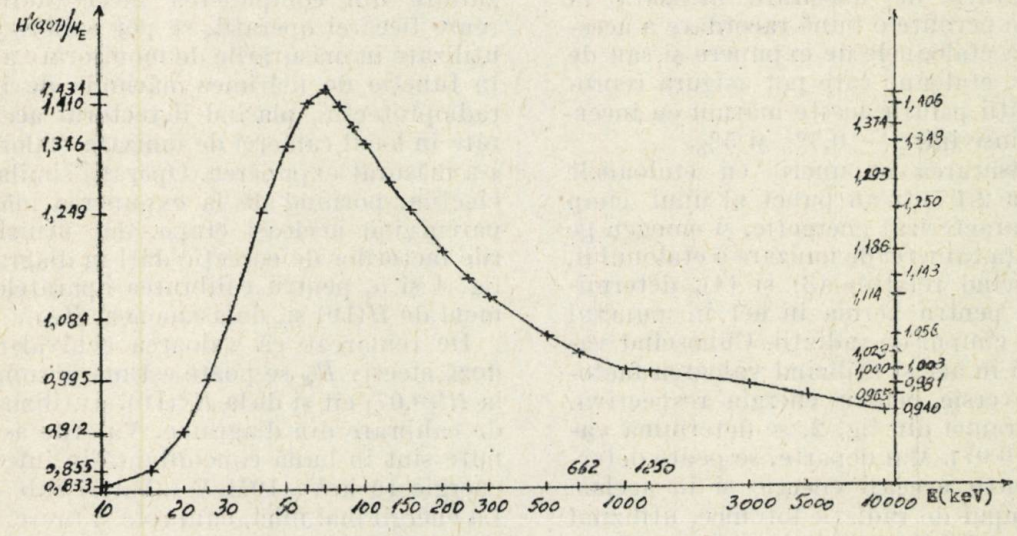


Fig. 3 Factorul de conversie $H'(0,07)/H_E$ (adimensional) în funcție de energia radiațiilor fotonice, E, (exprimată în keV)

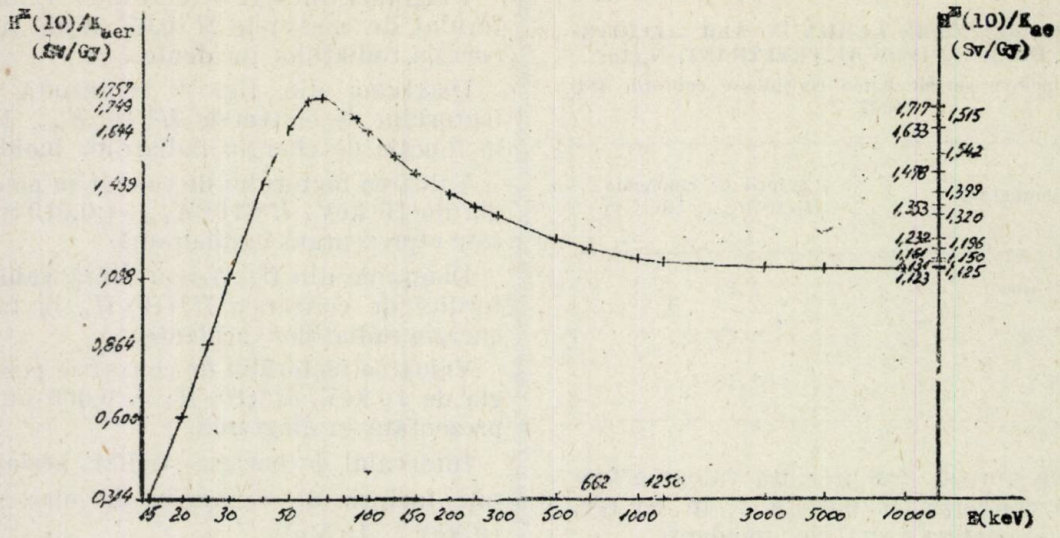


Fig. 4 Factorul de conversie $H^*(10)K_{aer}$ (exprimat în Sv/Gy) în funcție de energia radiațiilor fotonice' E (exprimată în keV).

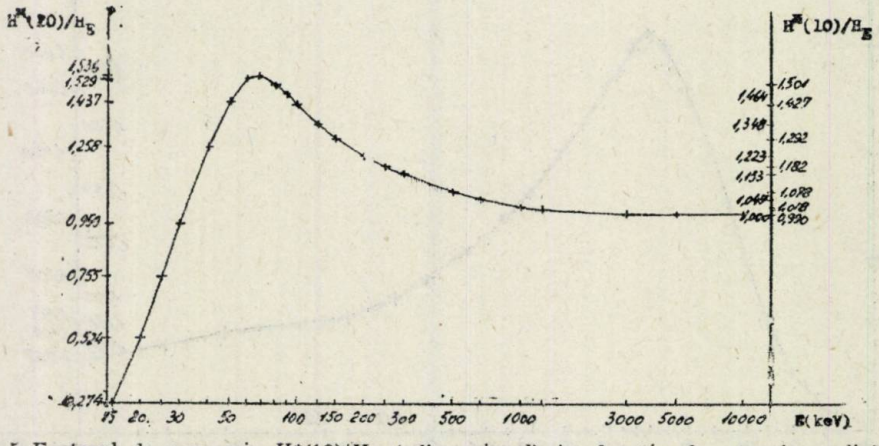


Fig. 5 Factorul de conversie $H^*(10)/H_E$ (adimensional) în funcție de energia radiațiilor fotonice (exprimată în keV).

Utilizarea factorilor de conversie pentru calibrarea aparaturii de măsurare utilizată în radioprotecție permite o bună racordare a acestor aparate la etaloanele de expunere și/sau de kerma în aer, etaloane care pot asigura reproducerea unității pentru aceste mărimi cu incertitudini cuprinse între $\pm$ 0,5% și 5%.

Astfel, măsurarea expunerii cu etaloanele menționate la 2.1 într-un punct al unui cîmp de radiații, caracterizat energetic, și omogen pe toată suprafața camerei de ionizare a etalonului, permite, aplicînd relațiile (3) și (4), determinarea valorii pentru kerma în aer în punctul respectiv din cîmpul de radiații. Cunoscînd valoarea kermei în aer și utilizînd valoarea factorului de conversie pentru energia respectivă, conform diagramei din fig. 2, se determină valoarea lui $H'(0,07)$. Mai departe, se poate determina H_E pentru aceeași energie și în același punct din cîmpul de radiații fotonice, utilizînd valoarea factorului de conversie corespunzător, conform diagramei din fig. 3. Odată aceste mărimi cunoscute, împreună cu incertitudinile rezultate din compunerea incertitudinilor aferente fiecărei operații, se pot calibra aparatele utilizate în măsurările de monitorare a mediului în funcție de mărimea/mărimile de interes în radioprotecție, plasînd detectorul acestor aparate în locul camerei de ionizare etalon, cu care s-a măsurat expunerea. Operații similare se vor efectua, pornind de la expunerea măsurată și parcurgînd aceleași etape, dar utilizînd valorile factorilor de corecție dați în diagramele din fig. 4 și 5, pentru calibrarea aparatelor în termeni de $H(10)$ și, de asemenea, H_E.

De remarcat că valoarea echivalentului de doză efectiv H_E se poate estima pornind atît de la $H'(0,07)$ cît și de la $H^*(10)$, și utilizînd factorii de calibrare din diagrame. Valorile astfel obținute sînt în bună concordanță în intervalul de energie 15 keV...10MeV (abateri sub $\pm$ 0,1%), La energii mai mici, cum este și firesc, abaterile sînt mai mari, cca. $\pm$3% la 10 keV. Diagrama din fig. 6 ilustrează acest lucru, valoarea lui H_E

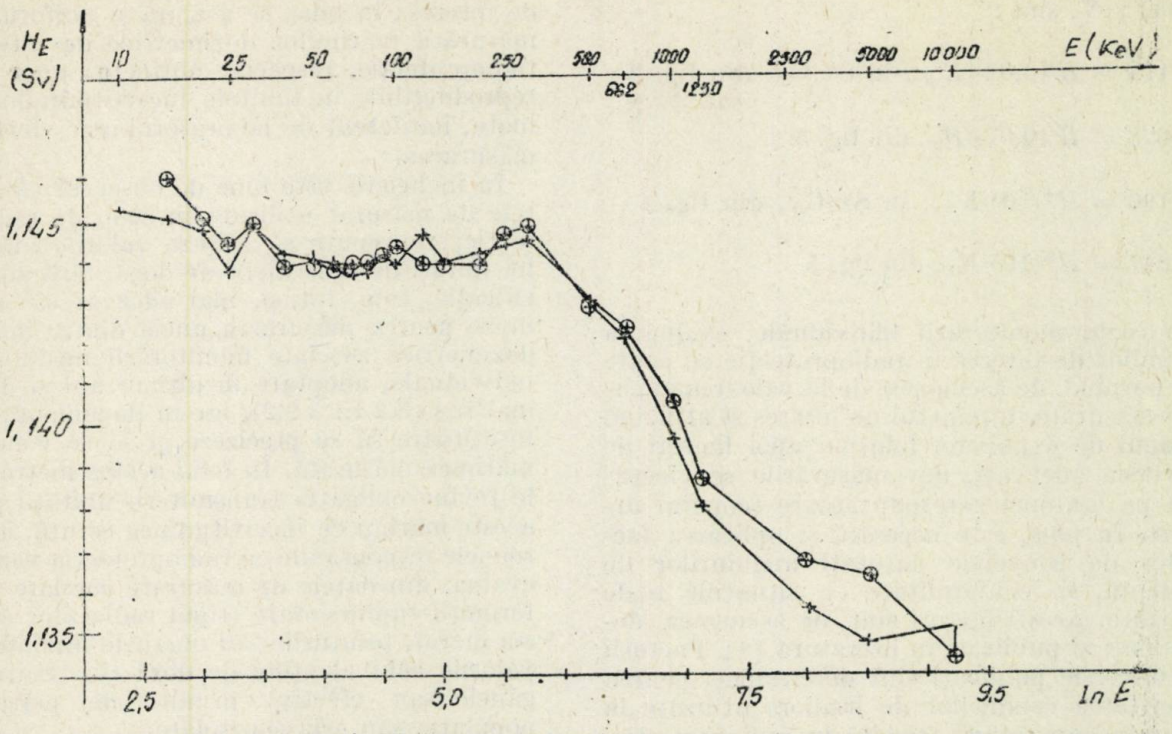


Fig. 6 Echivalentul de doză efectiv, H_E (în Sv) în funcţie de energia radiaţiilor fotonice, E, (în keV). Echivalentul de doză efectiv, H_E, a fost calculat utilizînd factorii de conversie pentru fiecare energie în parte şi considerînd kerma în aer, K_{aer}, $K_{aer} = 1$ Gy, în întregul interval energetic. Punctele din diagramă însemnate cu (+) corespund calculării echivalentului de doză efectiv utilizînd factorii de conversie pentru echivalentul de doză direcţional, $H'(0,007)$, din fig. 2 şi 3. Punctele însemnate cu (⊕) corespund calculării echivalentului de doză efectiv utilizînd factorii de conversie pentru echivalentul de doză ambiant, $H^*(10)$, din fig. 4 şi 5.

rezultat din calcule efectuate ca mai sus, pentru acelaşi interval de energie fiind reprezentată în funcţie de energie şi considerînd, la fiecare energie, kerma în aer egală cu 1 Gy.

Un exemplu de calcul poate ilustra mai bine cele de mai sus :

Considerăm că se iradiază uniform o cameră de ionizare etalon, amplasată într-un fascicul de radiaţii gama emise de radionuclidul ^{137}Cs. Notăm cu X_m (în C/kg) valoarea expunerii măsurată cu etalonul în punctul de referinţă din cîmpul de radiaţii şi corectată pentru condiţiile de mediu ambiant conform formulei (3).

Kerma în aer, în acelaşi punct din cîmpul de radiaţii, calculată cu formula (4), este :

$$K_{aer\,(Gy)} = 33{,}97_{(J/C)} \times 1{,}002 \times X_{(C/kg)}$$

$$K_{aer\,(Gy)} = 34{,}038_{(J/C)} \times X_{(C/kg)}$$

Valoarea echivalentului de doză direcţional, $H'(0,07)$, rezultă, utilizînd valoarea corespunzătoare a factorului de conversie din fig. 2 :

$$H'(0,07)_{(Sv)} = 1{,}174_{(Sv/Gy)} \times K_{aer\,(Gy)}$$

Mai departe, utilizînd valoarea factorului de conversie pentru ^{137}Cs din fig. 3, obţinem valoarea echivalentului de doză efectiv H_E :

$$H_{E\,(Sv)} = \frac{H'(0,07)_{(Sv)}}{1{,}028} = \frac{1{,}174_{(Sv/Gy)} \times K_{aer\,(Gy)}}{1{,}028}$$

adică :

$$H_{E\,(Sv)} = 1{,}196_{(Sv/Gy)} \times K_{aer\,(Gy)}$$

Similar se procedează pentru calcularea valorii echivalentului de doză ambiant, $H^*(10)$, în acelaşi punct de referinţă din fasciculul de radiaţii gama, pornind de la valoarea expunerii măsurată cu etalonul de expunere în punctul de interes, calculînd mai întîi kerma în aer, K_{aer}, prin aplicarea relaţiei (4) şi utilizînd valorile factorilor de conversie corespunzători energiei radiaţiilor gama emise de ^{137}Cs(662 keV) cuprinşi în diagramele din fig. 4 şi 5 :

$$H^*(10)_{(Sv)} = 1{,}196_{(Sv/Gy)} \times K_{aer\,(Gy)}$$

şi :

$$H_{E\,(Sv)} = \frac{H^*(10)_{(Sv)}}{1{,}047} = \frac{1{,}196_{(Sv/Gy)} \times K_{aer\,(Gy)}}{1{,}047}$$

$$H_{E\,(Sv)} = 1{,}1423_{(Sv/Gy)} \times K_{aer\,(Gy)}$$

unde factorii de corecţie utilizaţi, rezultaţi din diagramele prezentate, corespunzători energiei

de 662 keV, sînt :

$1{,}174 = H'(0{,}07)/K_{aer}$, în Sv/Gy, din fig. 2

$1{,}028 = H'(0{,}07)/H_E$, din fig. 3

$1{,}196 = H^*(10)/K_{aer}$, în Sv/Gy, din fig. 4

$1{,}047 = H^*(10)/H_E$, din fig. 5

În cazul monitorării individuale, evaluarea mărimilor de interes în radioprotecție se poate face pornind, de asemenea, de la valoarea expunerii măsurate în punctul de interes și utilizînd etalonul de expunere, folosind apoi factori de conversie adecvați, dar măsurările se efectuează pe fantome corespunzătoare scopului urmărit. În plus, este necesară și aplicarea factorilor de conversie datorați unghiurilor de incidență, în conformitate cu situațiile reale analizate. Acești factori sînt, de asemenea, determinați și publicați în literatură [8]. Factorii de conversie publicați sînt determinați pentru majoritatea condițiilor de iradiere utilizate la calibrarea aparaturii folosită în radioprotecție, fiind determinați separat pentru diferitele calități de radiații X filtrate utilizate (înaltă tensiune pe tub, filtrare totală, grosimea de înjumătățire), nu numai pentru fascicule de radiații monoenergetice.

Utilizarea valorilor tabelate ale factorilor de conversie la care ne-am referit mai sus prezintă, deci, un interes deosebit în lucrările de transmitere a unității de la etaloanele de expunere sau de kerma în aer, la aparatele folosite în măsurările efectuate în scop de radioprotecție individuală sau a mediului, pentru calibrarea lor în unități ale mărimii pe care sînt destinate să o măsoare. Unitatea de expunere sau de kerma în aer se poate reproduce cu incertitudini de $\pm 0{,}5$ ...5%, iar aplicarea factorilor de conversie (și, unde este cazul de corecție) introduce incertitudini cunoscute, care se pot lua în calcul la estimarea incertitudinii globale asupra mărimii de interes ; în plus, se asigură și uniformitatea măsurării mărimilor dozimetrice de interes în radioprotecție, respectiv obținerea unor valori reproductibile, în limitele incertitudinilor estimate, indiferent de laboratorul care efectuează măsurarea.

În încheiere, este bine de observat că aparatele de măsurat utilizate în scop de radioprotecție, concepute să afișeze valorile măsurate în unități de echivalent de doză, fără altă specificație, este, totuși, mai adecvat să se calibreze pentru măsurarea uneia dintre mărimile dozimetrice asociate monitorării mediului sau individuale, adoptate în ultimii ani și definite mai sus (3.2.1 ; 3.2.2), iar în documentația lor însoțitoare să se precizeze și să se comenteze mărimea măsurată. În felul acesta metrologilor le revine obligația transmiterii unității pentru aceste mărimi cu incertitudinea cerută, iar persoanele responsabile cu radioprotecția vor putea evalua, din datele de măsurare corelate cu informații suplimentare (tipul radiațiilor cu care s-a lucrat, țesuturile sau organele iradiate etc.), valorile echivalenților de doză (în țesutul, organele sau efectiv) primite de persoanele, populația sau aria controlate.

BIBLIOGRAFIE

[1] ICRU REPORT 33 : Radiation Quantities and Units, 1980.
[2] ICRU REPORT 39 : Determination of Dose Equivalents Resulting from External Radiation Sources, 1985.
[3] STAS 737/15—83, Sistemul international de Unități (SI).
[4] BIPM, CCEMRI, Report de la 11-e session, 1985.
[5] PTB Section II du CCEMRI Radionuclide Measurement, 1985.
[6] IAK Report, Section II du CCEMRI.
[7] *Williams* at al. : Calculation and Analysis of Photon Dose Equivalent Distribution in ICRU Sfere, GSD Bericht S—958, 1983.
[8] *** Factori de conversie și de corecție pentru mărimi utilizate în radioprotecție, PTB.
[9] ICRP, Publicația 60, New recommandation, 1990.
[10] IEC 104, Direct reading personal dose equivalent and/or dose equivalent rate monitors for X, gamma and high beta radiation, Draft, 1991.

Conferinţa pentru măsurări electromagnetice de precizie CPEM '92

Desfăşurată în acest an pentru prima dată la Paris, între 9 şi 12 iunie, CPEM este deja o manifestare tradiţională confirmată de 30 de ani de experienţă.

La fiecare doi ani ea constituie un forum recunoscut în întreaga lume, la care oameni de ştiinţă, metrologi şi specialişti în domeniu au ocazia să prezinte şi să compare rezultatele cercetărilor lor în domeniul măsurării mărimilor fundamentale şi derivate, etaloanelor şi noilor tehnici utilizate în instrumentaţia modernă.

Complexul cultural, expoziţional şi de afaceri care este centrul CNIT, situat în Paris — La Défence, a permis organizatorilor să ducă la îndeplinire toate sarcinile, nu uşoare, ale unei astfel de conferinţe.

Organizată în acest an de SEE (SOCIÉTÉ DES ÉLECTRICIENS ET ÉLECTRONICIENS) şi BNM (BUREAU NATIONAL DE MÉTROLOGIE), conferinţa are ca sponsori permanenţi IEEE (Instrumentation & Measurement Society), URSI (Union Radio Scientifique Internationale) şi NIST (National Institute of Standards and Technology), la care s-au mai adăugat în acest an încă alţi opt sponsori de prestigiu din Franţa şi din alte ţări.

Opt direcţii au fost propuse pentru lucrările ce urmau a fi prezentate la conferinţă (verbal sau poster) : realizări ale unităţilor şi constante fundamentale; măsurări în CC şi măsurări în CA şi tensiuni înalte; timp şi frecvenţă; radiofrecvenţă şi microunde; dielectrici; antene, cîmpuri; laseri; fibre optice; instrumentaţie avansată, crioelectronică.

Au reţinut atenţia în mod deosebit cîteva lucrări de sinteză prezentate de autori cu reputaţie în domeniu : „Metrologia şi industria High-Tech" (*P. Aigrain*, membru al Academiei Franceze de Ştiinţă); „Standarde şi metrologie : valoare şi eficienţă" (*P. Clapham*, director al NPL); „Măsuri ale dispersiei în metrologie" (*D. W. Allan, M. A. Weiss, J. Jespersen*, NIST); „Măsurări de precizie în CC şi CA cu rezistenţe Hall cuantizate" (*J. Melcher, P. Warnecke, R. Hanke*, PTB); „Rolul şi activitatea secţiei de electricitate a BIPM" (*T. J. Witt*, BIPM).

Numeroase comunicări au tratat teme de actualitate ale metrologiei avansate, ca de exemplu : implicarea constantelor fizice fundamentale în etaloanele unităţilor SI (constanta Rydberg; balanţa watt pentru compararea puterilor electrică şi mecanică; măsurarea constantei structurii fine; măsurări la frecvenţe optice şi lasere; măsurarea absolută a frecvenţei laserelor; celule cu iod pentru stabilizarea laserelor; fascicule atomice răcite cu laser); etaloane de transfer CA—CC (convertoare cu joncţiuni multiple; convertoare termice cu peliculă; compararea automată a convertoarelor CA—CC); etaloane cuantice (etaloane cu efect Josephson; etaloane cuantice Hall; etaloane atomice de frecvenţă); măsurări pe fibre optice (interferometre; măsurări de zgomot; wattmetru etalon); etaloane de tensiune superprecise (serii de joncţiuni Josephson; compararea etaloanelor Zener).

O sesiune specială a fost dedicată cooperării internaţionale în metrologie, cu participarea reprezentanţilor unor organisme mondiale (BIPM) şi regionale (EUROMET, WECC, COOMET, Cooperarea Regională Nord-Americană, Programul Metrologic Asia—Pacific).

Conferinţa a inclus şi trei lucrări prezentate de autori din România : „Sarcini de putere programabile pentru aplicaţii de sistem" (*S. Grigorescu*, IPB); „Măsurarea permeabilităţii complexe a feritelor prin detecţie sincronă" (*Gh. Todoran*, IP Cluj) „O metodă de măsurare a $tg\delta$ la condensatoare ceramice de putere" (*M. Antoniu, E. Antoniu, E. Sălceanu*, IP Iaşi).

Actualitatea subiectelor prezentate de invitaţi şi calitatea lucrărilor au contribuit la succesul conferinţei. S-a putut remarca multitudinea domeniilor acoperite de lucrări şi profesionalismul cu care a fost abordată fiecare temă în parte, multe dintre ele cu un pronunţat caracter evolutiv, experienţa mai bine de zece ani de studii fiind împărtăşită periodic participanţilor astfel încît mulţi dintre ei se cunoşteau nu numai ca autori, dar cunoşteau şi aspectele de fond ale lucrărilor propuse, luînd astfel cunoştinţă de ultimele rezultate ale cercetărilor.

Limba oficială a conferinţei — engleza — nu a constituit de loc un impediment pentru desfăşurarea discuţiilor, ci a contribuit foarte mult la formarea şi perpetuarea unui nomenclator comun de termeni, foarte important într-o discuţie ştiinţifică de înalt nivel.

CPEM '92 constituie un bun exemplu de pregătire, atît din punct de vedere ştiinţific cît şi organizatoric, al unei conferinţe de ampioare şi prestigiu.

Următoarea conferinţă CPEM va avea loc la Boulder, Colorado (SUA), în 1994.

S. Grigorescu

NOI LEGISLAȚII METROLOGICE ÎN ȚĂRI EUROPENE

Recent, în mai multe țări europene au fost elaborate noi legi pentru reglementarea activităților de metrologie.

Pe data de 1 februarie 1991 a intrat în vigoare în **Ceho-Slovacia** „Legea Metrologiei", avînd scopul declarat de a stabili drepturile și răspunderile agenților economici și ale administrației de stat în domeniul metrologiei, în vederea asigurării trasabilității și exactității mijloacelor de măsurare și măsurărilor. Legea se referă la : unități de măsură legale ; controlul metrologic de stat al mijloacelor de măsurare ; trasabilitatea mijloacelor de măsurare ; aprobarea de model a mijloacelor de măsurare ; verificarea și etalonarea mijloacelor de măsurare ; organismele de stat în domeniul metrologiei ; taxe și amenzi.

Mijloacele de măsurare sînt împărțite în : (*a*) etaloane ; (*b*) mijloace de măsurare legale (lista acestora se publică pe cale oficială) ; (*c*) mijloace de măsurare de lucru ; (*d*) materiale de referință certificate. Controlul metrologic al statului se extinde integral asupra categoriei (*b*) și parțial asupra categoriei (*a*).

Aprobarea de model este obligatorie pentru categoria (b), dar poate fi acordată la cerere și mijloacelor de măsurare din alte categorii.

Mijloacele de măsurare din categoria (b) trebuie verificate (metrologic) obligatoriu ; etalonarea este aplicată celorlalte mijloace de măsurare, în vederea asigurării trasabilității lor.

Organismul central al administrației de stat, care coordonează activitatea de metrologie, este Oficiul Federal pentru Standarde și Măsurări ; în domeniul său de preocupări intră elaborarea standardelor, certificarea calității produselor și metrologia. Subordonate Oficiului sînt Institutul Ceho-Slovac de Metrologie și Inspectoratul de Stat pentru Metrologie ; primul, organism specializat al metrologiei de stat, efectuează cercetare științifică, conservă etaloanele naționale și transmite unitățile de măsură la etaloanele secundare ; al doilea, organism executiv al metrologiei de stat, conservă etaloanele secundare și efectuează controlul metrologic de stat.

Există și un număr de Centre Metrologice de Stat, răspîndite pe teritoriul țării, care dețin de asemenea etaloane secundare și efectuează verificări și etalonări.

Amenzile pot fi aplicate organizațiilor de către Oficiu și ajung pînă la 200 mii coroane.

Cu începere din 1 ianuarie 1992 a intrat în vigoare în **Ungaria** „Legea Metrologiei" (Legea XLV din anul 1991), destinată „asigurării unicității și exactității măsurărilor interne și internaționale, ridicării nivelului măsurărilor și, prin aceasta, al activităților de cercetare/dezvoltare, pentru extinderea legăturilor economice cu țările dezvoltate și în scopul asigurării calității produselor". Legea cuprinde, în principal : organul de metrologie, atribuțiile acestuia ; unități de măsură ; măsurări cu efecte juridice și mijloacele lor ; obligativitatea verificării ; autorizări ; controlul metrologic.

În art. 2 este dată următoarea definiție : „Metrologia este acea parte a activităților din domeniul măsurărilor care — în scopul asigurării unicității și exactității pe plan intern și internațional — este reglementată prin mijloace legale și asigurată prin grija statului".

Organul central, cu putere națională, de supraveghere și control este Oficiul Național de Metrologie (OMH), subordonat guvernului, cu buget propriu. El include și organe teritoriale. În principal, OMH are următoarele sarcini : elaborează reglementări, deține etaloanele naționale, efectuează cercetare/dezvoltare, emite instrucțiuni, autorizează activități de metrologie, execută încercări de model, verifică mijloacele de măsurare, acreditează laboratoare, reprezintă țara în organisme internaționale.

Legea prevede că „măsurările cu efecte juridice trebuie efectuate cu mijloace de măsurare legale sau cu mijloace de măsurare controlate cu etaloane de lucru". O măsurare are efecte juridice dacă rezultatul acesteia afectează drepturile sau interesele juridice ale persoanelor fizice sau juridice ; în mod deosebit, dacă este utilizată în stabilirea cantității sau calității produselor, în control sau expertize oficiale, în protecția vieții, a sănătății sau a mediului, în protecția averii.

Sînt considerate mijloace de măsurare legale cele care (*a*) au fost verificate de organele de metrologie sau (*b*) cele a căror verificare în străinătate a fost recunoscută de OMH ca verificare inițială internă.

Categoriile de mijloace de măsurare supuse obligatoriu verificării de stat sînt stabilite prin Hotărîre a Guvernului.

Mijloacele de măsurare cu verificare obligatorie pot fi verificate numai pe baza aprobării de model (în terminologia Legii, pentru verificare este utilizat termenul „legalizare", iar în locul noțiunii de aprobare de model figurează „admitere la verificare").

Legea este completată de o Hotărîre a Guvernului, care aduce numeroase precizări și detalieri.

Nici Legea, nici Hotărîrea nu prevede sancțiuni sau amenzi.

În **Polonia,** a fost elaborat în februarie 1991 proiectul pentru „Legea referitoare la măsuri", aprobat în 1992 de guvernul polonez. El cuprinde: organizarea și activitatea administrației de stat pentru metrologie, unitățile de măsură legale, etaloanele și aparatele de măsurat, controlul metrologic al aparatelor de măsurat, sancțiuni.

Organele administrației de stat pentru metrologie sînt: (*a*) președintele Serviciului Principal al Măsurilor; (*b*) directorii Serviciilor Districtuale de Măsuri; (*c*) șefii Serviciilor Regionale de Măsuri.

Președintele „Serviciului Principal al Măsurilor" este organul central al administrației de stat pentru metrologie. În sfera sa de activitate intră: stabilirea unităților de măsură legale și a etaloanelor lor, determinarea condițiilor pe care să le satisfacă mijloacele de măsurare, organizarea controlului metrologic, reprezentarea în organismele internaționale, activitatea de cercetare în domeniul metrologiei.

Directorii serviciilor districtuale și regionale, subordonați președintelui serviciului principal, se ocupă în principal de controlul metrologic al mijloacelor de măsurare.

Aparatele de măsurat de uz public, pentru determinarea cantității și calității produselor, cele medicale și altele sînt supuse controlului metrologic sub forma: (*a*) legalizării; (*b*) omologării; (*c*) aprobării de tip. Legalizarea atestă conformitatea cu instrucțiunile metrologice; în urma legalizării se aplică mărci și/sau se eliberează dovezi. Omologarea atestă conformitatea cu prescripții, norme, recomandări internaționale sau alte normative, precum și trasabilitatea la etaloanele naționale: dovada omologării este certificatul de omologare. Pot fi legalizate/omologate numai mijloacele de măsurare care au obținut în prealabil aprobarea de tip. Se prevede posibilitatea recunoașterii de către administrația de stat a certificatelor de verificare, etalonare sau încercare eliberate de instituțiile metrologice corespunzătoare din străinătate.

La data de 11 august 1991 a fost publicată în **Italia** legea cu privire la „Instituirea sistemului național de etalonare". Conform acestei legi, sistemul național de etalonare al Italiei, format din institutele metrologice primare și din centrele de etalonare, are rolul de a asigura trasabilitatea rezultatelor măsurărilor la etaloanele naționale. Responsabile în acest domeniu sînt Ministerul Învățămîntului superior și al cercetării științifice/tehnologice (MISCST) și Ministerul industriei, comerțului și artizanatului (MICA).

Institutele primare realizează etaloanele naționale, prin finalizarea studiilor și cercetărilor corespunzătoare, le compară cu etaloanele internaționale și le pun la dispoziție pentru transmiterea unităților de măsură. Ele sînt următoarele: „Istituto di metrologia *G. Colonnetti*" (etaloane mecanice, termice); „Istituto elettrotecnico nazionale *G. Ferraris*" (etaloane electrice, optice, acustice, timp-frecvență) „Comitato nazionale per la ricerca e per lo sviluppo dell'energia nucleare e delle energie alternative" (radiații ionizante).

Etaloanele naționale ale unităților de măsură SI sînt stabilite prin decret al MICA, la propunerea institutelor metrologice primare și cu acordul MISCST. Aceste instituțe asigură conservarea etaloanelor naționale și transmiterea unităților de măsură de la acestea.

Centrele de etalonare sînt laboratoare care dețin etaloane secundare și efectuează mai departe transmiterea unităților, pornind de la etaloanele proprii, care trebuie periodic comparate cu etaloanele naționale. Lista centrelor de etalonare acreditate este publicată anual în „Gazeta Oficială" de către MICA împreună cu MISCST.

Trebuie observat că în Italia activitatea de metrologie legală este asigurată de Direcția generală a comerțului interior din MICA, prin „Ufficio Centrale Metrico" și celelalte oficii ale sale. Acestea nu au nici o competență în domeniile prevăzute de către lege privind Sistemul național de etalonare.

„Comitetul central metric", înființat în Italia încă în 1939, ca organism consultativ și de inițiativă, numit prin decret al MICA, este compus din reprezentanți ai MICA și MISCST, ai UCM, ai institutelor primare, cinci profesori universitari (din discipline matematice, fizice, chimice, inginerești) etc. Acest comitet are atribuții în toate ramurile activității de metrologie.

MIJLOACE DE MĂSURARE CĂRORA LI S-A ACORDAT APROBARE DE MODEL ÎN ANUL 1991 (II)

În domeniul : **DEBITE**

1. Contor de energie termică cu turbină tip CTT—87, cu aprobarea provizorie de model nr. 5248/1991 pînă la 30.06.1993, pentru RETROM SA Pașcani.

Caracteristici principale :
- temperatura tur : 10...95°C
- temperatura retur : 5...90°C
- diametrul nominal : 25 mm
- presiunea max. de lucru : 10 bar

2. Traductor de debit cu turbină cu senzor inductiv tip DTT, cu aprobarea provizorie de model nr. 5247/1991 pînă la 30.06.1993, pentru RETROM SA Pașcani.

Caracteristici principale :
- debit : 1,6...16 m^3/h
- diametrul nominal : 25 mm
- precizie : 1%

3. Echipament pentru măsurat și contorizat gaz metan tip ECAROM—SMD cu aprobare provizorie de model nr. 5214/1991 pînă la 31.12.1992, pentru Intreprinderea de Elemente pentru Automatizări București

Caracteristici principale :
- eroare de bază : $\pm$ 0,25%
- contorizează consumul pe oră, zi, lună
- afișează 4 PMD

4. Rotametru indicator pentru lichide tip RIH—Dn 158 H_1V_2A, cu aprobare provizorie de model nr. 4148/1991 pînă la 30.06.1992, pentru SC AMCO Otopeni

Caracteristici principale :
- interval de măsurare : 300...800 ml/min
- fluid de lucru : apa
- clasă de precizie : 5

5. Traductor de debit cu turbină cu sesizor inductiv tip DTI 94, cu aprobare provizorie de model nr. 4387/1991 pînă la 31.12.1991 pentru SC RETROM Pașcani

Caracteristici principale :
- diametre nominale : D_n20, D_n32, D_n 40 mm
- precizie : 0,5%
- Q_{max}/Q_{min} :10

6. Instalație electronică cu indicare numerică pentru măsurarea debitelor tip D—FM—86, cu aprobare provizorie de model nr. 5337/1991 pînă la 30.09.1993, pentru CCSIT—UC Brăila

7. Contor pentru gaze tip CG, cu aprobarea provizorie de model nr. 5343/1991 pînă la 30.06.1993, pentru ACK—SRL Pașcani

Caracteristici principale :
- fluid de lucru : gaze naturale cu t = 98°C

8. Stand pentru etalonarea și verificarea mijloacelor de măsurare a debitului de apă, cu aprobarea de model nr. 5224/1991, pentru I.C.I.M. București.

Caracteristici principale :
- instalația de măsurare debit de apă : 15...700 dm^3/h
- incertitudinea de măsurare : < 0,6%
- presiunea de lucru : 1,5 bar

9. Rotametru cu tub metalic pentru fluide DRD 92, cu aprobare de model nr. 3635/1991, pentru SC RETROM SA Pașcani

Caracteristici principale :
- diametre nominale : 25 ; 32 ; 40 ; 50 ; 65 ; 80 ; 100 mm
- debite : 100 ... 25000 l/h
- presiunea nominală : 16 bar

10. Detector electromagnetic de debit DEM—90, cu aprobare de model nr. 4353/1991, pentru SC RETROM SA Pașcani

Caracteristici principale :
- diametre nominale D_n 10...800 mm
- materiale de protecție : tub de teflon, email, fibră de sticlă
- debite : 0,04... 4900 l/s

11. Rotametru indicator industrial cu tub de sticlă pentru fluide, cu aprobare de model nr. 2922/1991, pentru RETROM SA Pașcani

Caracteristici principale :
- D_n 15.10 PVC ; D_n 15.10 TTFE ; D_n 15.10 Al ; D_n 15.10 V_2A ;
- D_n 25.1 PVC ; D_n 25,1 TTFE ; D_n 25.1Al ; D_n 25.1 V_2A ;
- D_n 25.2 PVC ; D_n 25.2 TTFE ; D_n 25.2Al ; D_n 25.2 V_2A ;
- D_n 25.3 PVC ; D_n 25.3 TTFE ; D 25.3 Al ; D_n 25.3 V_2A ;
- D_n 40.1 PVC ; D_n 40.1 TTFE : D_n 40.1Al ; D_n 40.1 V_2A ;
- D_n 40.2 PVC ; D_n40.2 TTFE ; D_n 40.2Al ; D_n 40.2 V_2A ;
- D_n 100.1 ; D_n 100.2 ; D_n 80 V_2A ; D_n 50 V_2A ; D_n 65 V_2A

12. Detector de debit cu ultrasunete pentru lichide, cu aprobare de model prototip nr. 4456/1991, pentru Institutul de Proiectări pentru Automatizări SA București

Caracteristici principale :

— D_n 50 debit 4,2 . . .21,2 m^3/h

— D_n 100 debit 17 . . .84,8 m^3/h

— D_n 300 debit 152,5 . . .763, 2 m^3/h

— D_n 800 debit 1085,8 . . .5429 m^3/h

13. Ajutaje ISA 1932, cu aprobare de model nr. 4606/1991, pentru ARMAX GAZ SA Mediaș

14. Bloc de calibrare pentru contor de energie termică SET—84, cu aprobare de model nr. 4165/1991, pentru SC RETROM SA Pașcani

15. Contor de gaz cu membrană pentru uz casnic tip V3, cu aprobare provizorie de model import China nr. 5283/1991, pentru MC Development

În domeniul : **TIMP—FRECVENȚĂ**

1. Frecvențmetru numeric tip E 0208, cu aprobare de model nr. 4199/1991, pentru Intreprinderea de Aparate Electrice Industriale București

Caracteristici principale :

— interval de frecvență : 10 Hz . . .120 MHz

2. Ceasornic auto tip CAQ—1 cu mecanism cu cuarț, cu aprobare provizorie de model nr. 5308/1991, pînă la 31.12.1992, pentru SC Victoria Arad

Caracteristici principale :

— mers zilnic : 1 s/d

3. Frecvențmetru numeric E—821, cu aprobare provizorie de model nr. 5315/1991 pînă la 31.12.1992, pentru Institutul de Cercetări Electrice București

În domeniul : **MĂRIMI CINEMATICE**

1. Monitor pentru deplasări axiale tip N 2113, cu aprobare provizorie de model nr. 5238/1991, pentru Institutul de Cercetări Electronice București

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : ± 0,30 mm ; ± 0,60 mm ; ± 0,75 mm

— ieșire în tensiune : 0,9 . . . 4,4 V

— ieșire în curent : 4 . . .20 mA

2. Tahometru electromecanic unghiular TEM—d ; TEM—S, cu aprobare de model nr. 4130/1991, pentru Intreprinderea de Orologie Industrială Arad

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 0 . . .1800 rot/min

— clasă de precizie : 2,5

3. Tester auto TA—01 cu aprobare provizorie de model nr. 174/1991 pînă la 01.06.1993 pentru Intreprinderea de Aparate Electrice de Măsură Timișoara

Caracteristici principale :

— limite de măsurare : 3 ; 18 ; 30 V ; 394,10 kΩ ; 100 kΩ ; 1000 kΩ ; 1200 rot/min ; 6000 rot/min ; pentru 4 ; 6 ; 8 cilindri ; 100 DW 90 ; 60 ; 45°DW ; clasă de precizie 1,5

4. Adaptor tahometric tip A 200 TTH, cu aprobare de model prototip nr. 5265/1991, pentru Institutul de Cercetări și Proiectări Electronice filiala Iași

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 20 . . .8000 rot/min

— eroare tolerată de măsurare : ± 2,5%

5. Taximetru electronic pentru autovehicule TAXI, cu aprobare provizorie de model nr nr. 5246/1991 pînă la 31.12.1992, pentru Institutul de Cercetări și Proiectări Electronice filiala Iași

Caracteristici principale :

— erori tolerate : 2% pentru antrenare kilometrică
3% pentru antrenare orară

6. Contor electronic de taxare tip CTX—2P, CTX—2T, cu aprobare provizorie de model nr. 5302/1991 pînă la 01.10.1993, pentru TELCO SRL

Caracteristici principale :

— eroare tolerată : 2% pentru antrenare kilometrică
3% pentru antrenare orară

7. Taximetru electronic tip CARTAX—31, cu aprobare provizorie de model nr. 5380/1991 pînă la 30.12.1992, pentru Fabrica de Elemente pentru Automatizări București

Caracteristici prinicipale :

— eroare tolerată : 2% pentru antrenare kilometrică
3% pentru antrenare orară

8. Taximetru electronic tip TAX 01 și TAX 02, cu aprobare provizorie de model nr. 5342/1991 pînă la 31.06.1993, pentru DINAMIC ELECTRO

Caracteristici principale :

— erori tolerate : 2% pentru antrenare kilometrică
3% pentru antrenare orară

9. Taximetru multitarif TIM 1,6 și TIM 1,0, cu aprobare provizorie de model nr. 5305/1991 pînă la 01.11.1993, pentru GUI & OTESTEANU

Caracteristici principale :

— erori tolerate : 2% pentru antrenare kilometrică
3% pentru antrenare orară

În domeniu : **MĂRIMI ELECTRICE ȘI MAGNETICE**

1. Tensometru numeric portabil automat tip N 3310, cu aprobare de model prototip nr. 5194/1991, pentru Institutul de Cercetări Electronice București

Caracteristici principale :
— eroare de bază : ± 0,2% din c.t. ± 0,1 C.S. ± 3 biți + 4 μV
— rejecția în mod comun : 70 dB

2. Adaptor pentru măsurarea inductanțelor A 200 L, cu aprobare de model prototip nr. 5255/1991, pentru Institutul de Cercetări și Proiectări pentru Electrotehnică filiala Iași
Caracteristici principale :
— intervale de măsurare : 0...200μH ; 0...2 mH ; 0...20 mH
— eroare de bază tolerată : ± 0,5% C.S.

3. Adaptor pentru măsurarea capacităților A 200 C, cu aprobare provizorie de model nr. 5256/1991, pentru Institutul de Cercetări pentru Industria Electrotehnică filiala Iași
Caracteristici principale :
— intervale de măsurare : 0...200 pF ; 0...20 nF ; 0...2 μF
— eroare de bază tolerată : ± 2,5% C,S.

4. Adaptor ampermetric A 200 A, cu aprobare de model prototip nr. 5256/1991 pentru Institutul de Cercetări și Proiectări pentru Industria Electrotehnică filiala Iași
Caracteristici principale :
— măsoară curent în 2 intervale : 0,5...20 A ; 20...200 A
— eroare de bază : ± 2,5%

5. Adaptor megohmetric AM 200, cu aprobare de model prototip nr. 5253/1991 pentru Institutul de Cercetări și Proiectări Electrotehnice filiala Iași
Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 4...20000 MΩ
— clasă de precizie : 5
— tensiune de lucru : 500 V c.c.

6. Teraohmetru electronic TEM 15a, cu aprobare provizorie de model nr. 5270/1991 până la 31.12.1992, pentru Institul Național de Metrologie București
Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 10^6...10^{15}Ω
— clasă de precizie : 10
— tensiuni de măsurare : 2,5 ; 5 ; 10 ; 25 ; 50 ; 100 ; 250 ; 500 și 1 000 V.

7. Conductometru digital CDa, cu aprobare de model prototip nr. 5222/1991, pentru Institutul Național de Metrologie București
Caracteristici principale :
— eroare de bază fără traductor : ± 0,5% c.t. ± 2 digiți

8. Braț electronic pentru sincronizarea manuală tip BESM—1, cu aprobare de model prototip nr. 5266 /1991, pentru Institutul de Cercetări și Modernizări Energetice București
Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 45...55 Hz
— eroare de bază max. : ±0,1 Hz ± ± 1 digit

9. Rezistivimetru digital RD 2, cu aprobare model unicat nr. 5280/1991, pentru Institutul Național de Metrologie București
Caracteristici principale :
— interval de măsurare a rezistenței : 10^{-3}...10^4 Ω.cm
— interval de măsurare a temperaturii 18...28°C

10. Aparat cu afișare digitală pentru traductoare de moment tip TD 11 *a* aprobare de model prototip nr. 5281/1991, pentru Institutul de Cercetări și Proiectări pentru Mecanică Fină și scule București
Caracteristici principale :
— eroare de măsurare : ± 0,1 CS + 1 digit
— interval de măsurare : 0...2000 μV
— număr de cifre afișate : 3 1/2

11. Fluxmetru integrator tip FIM—02, cu aprobare provizorie de model nr. 5286/1991 până la 31.12.1992, pentru Universitatea Transilvania Brașov — Fac. TCM
Caracteristici principale :
— 7 subintervale de măsurare : 1 ; 3 ; 10 ; 30 ; 100 ; 300 ; 1000 mWb
— eroare tolerată raportată la limita superioară a subintervalului de măsurare : 2%

12. Picoampermetru—Teraohmetru logaritmic analogic, cu aprobare de model prototip nr. 5270/1991, pentru Institutul de Reactori Nucleari Energetici Pitești
Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 10^{-11} ... 10^{-3}A ; 10^3...10^{11} Ω
— eroare de măsurare : ± 25%
— tensiune de ieșire 1 ; 10 ; 100 V ; eroare 1%

13. Contor electric monofazat tip 12 CM4, cu aprobare provizorie de model nr. 175/1991 până la 30.06.1992, pentru Intreprinderea de Aparate Electrice de Măsură Timișoara
Caracteristici principale :
— $U_n = 220$ V ; $I_n = 10$ A ; $I_{max} = 40$ A ; $f = 50$ Hz
— eroare de bază : ± 2%

14. Generator de funcții programabil E 5002 cu aprobare de model prototip nr. 5314/1991 pentru Institutul de Cercetări Electronice București
Caracteristici principale :
— intervalul de frecvență : 2 mHz ... ...19,99 MHz
— nivel de ieșire : 0,02 V...20 V în gol

15. Sistem de măsurări dimensionale distribuit SIMAD—D, cu aprobare model prototip nr. 5282/1991, pentru Institutul de Cercetări Electronice București
Caracteristici principale :
— eroare de bază : ± 0,1% c.t. ± 0,1% din c.s.

16. Echipament tensometric cu comutare în 300 puncte tip ET—300 cu aprobare provizorie de model nr. 5335/1991 până la 30.06.1993,

pentru Institutul de Cercetări Electronice București

Caracteristici principale :

— eroare de bază $\pm$ 0,2% c.s. $\pm$ 0,4% c.t. $\times 4/U_p \pm$ echivalent 10μV $\pm$ 4 biți

17. Multimetru tip V 561 cu aprobare de model nr. 4841/1991 pentru Intreprinderea de Aparate Electronice de Măsură Industriale București

18. Osciloscop E 0110, cu aprobare de model nr. 4410/1991, pentru Intreprinderea de Aparate Electronice Industriale București

19. Multimetru numeric E 031, cu aprobare de model prototip nr. 5313/1991 pentru Institutul de Cercetări Electronice București

Caracteristici principale :

— intervale de măsurare : 0 ...1000V, 0...10 A c.c. ; 0...350 V ; 0...10 A c.a ; 0...20 MΩ ;

— număr maxim afișat : 1999

20. Generator de impuls. tip E 0505, cu Ω aprobare de model nt. 3415/1991 pentru Intreprinderea de Aparate Electronice Industriale București

Caracteristici principale :

— frecvența de repetiție : 5 Hz ... 50 Hz

— amplitudine max. a impuls. : 5W/50 Ω

21. Inductoare etalon cu valori în intervalul 1...500 μH, cu aprobare de model prototip nr. 5236/1991 pentru Institutul Național de Metrologie București

Caracteristici principale :

— inductanță nominală L_n : 1 ; 2 ; 3 5 ; 10 ; 20 ; 30 ; 50 ; 100 ; 200 ; 300 ; 500 μH

— precizie : 5 % (1...10 μH);
1,5% (20...50 μH);
0,5% (100...500 μH);

22. Megohmetru tranzistorizat de 100 V tip MT 1, cu aprobare provizorie de model nr. 5250/1991 pentru Institutul de Cercetări și Modernizări Energetice București

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 0...100 MΩ

— precizie : 2,5

— tensiune de măsurare : 100 V c.c.

23. Multimetru numeric tip MD—01, cu aprobare model prototip nr. 5249/1991, pentru SC ECHIMAR Baia Mare

Caracteristici principale :

— $U = 500$ V ; $I_n = 30$ A ... 500 A

— eroare : $\pm$ 0,5 %

În domeniul : **MĂRIMI TERMICE**

1. Aparat numeric pentru măsurarea fluidului de foraj, cu aprobare de model prototip nr. 5219/1991 pentru Institutul de Proiectări și Cercetări pentru Utilaj Petrolier Ploiești

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 0...99°C

— eroare de bază : $\pm$ 1 % din val. intervalului $\pm$ 1 digit

2. Cabluri de prelungire a termocuplurilor cu aprobare de model nr. 3464/1991, pentru Intreprinderea de Cabluri și Materiale Electroizolante București

Caracteristici principale :

— cu izolație și manta din PVC tip CYYT

3. Aparat de măsurat temperatura oțelului lichid AMT—OL, cu aprobarea provizorie de model nr. 5276/1991 până la 30.11.1992, pentru Institutul de Proiectări pentru Automatizări filiala Galați

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 1100...1760°C

— eroare de bază : $\pm$ 3°C

4. Adaptor termometric cu semiconductor A 200 TS, cu aprobare de model prototip nr. 5275/1991 pentru Institututul de Cercetări și Proiectări pentru Electrotehnică filiala Iași

Caraczeristici principale :

— intervale de măsurare : —50...0°C,

— eroare de bază : $\pm$ 1,5°C
0°C ...100°C eroare de bază $\pm$ 0,5°C
100°C ... 150°C eroare de bază $\pm$ 1,5°C

5. Termometre tehnice tubulare drepte și în vinclu cu mercur și toluen cu aprobare de model nr. 5278/1991 pentru SC Termodensirom București

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : —30°C ... 300°C

— valoare diviziune : 1°C și 2°C

— imersie : 50 ... 300 mm

6. Termometru cu șlif normal, cu aprobare de model nr. 5279/1991, pentru Termodensirom București

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 0 ...100°C

— valoare diviziune : 0,5°C

— imersie : 125 mm

7. Termometru manometric indicator și indicator cu contacte electrice Ø 100 mm, cu aprobare provizorie de model nr. 5231/1991, pentru Intreprinderea de Aparate de Măsură și control Otopeni

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : —20°C ... + + 110°C

— clasă de precizie : 1,6

— lungime capilar : 15 m

8. Cabluri pentru prelungire termocupluri fier-constantan tip CYYT—J, cu aprobare de model nr. 5272/1991 pentru Intreprinderea de Cabluri și Materiale Electroizolante București

Caracteristici principale :

— temperatura max. de utilizare : +70°C

— Ø conductori : 1,38 mm

9. Termometru manometric indicator Ø 160 mm în execuție G cu transmisie rigidă și flexibilă, cu arborare de model nr. 3790/1991, pentru SC Mecanică Fină București

Caracteristici principale :

— intervale de măsurare : 35°C ... 150°C ; 100°C ... 250°C ; 20°C ... 120°C

— clasă de precizie : 1,6

10. Bloc electronic pentru măsurarea temperaturii RT—1, cu aprobare de model prototip nr. 5303/1991, pentru SC Gastar SRL

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 40 ...90°C
— eroare de bază : ± 2°C
— rezoluție : 0,1°C

11. Termocuplu PtRh 30% — PtRh 6%, cu aprobare de model nr. 4925/1991 pentru SC RETROM SA Pașcani

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 ... 1400C°
— cu teacă import

12. Substanțe etalon pentru putere calorifică în stare gazoasă, cu aprobare de model nr. 5220/1991 pentru Institutul Național de Metrologie București

Caracteristici principale :
— substanțe în stare gazoasă certificate la 0°C sau 15°C
— stare gazoasă

13. Termocuplu PtRh—Pt cu aprobare de model nr. 3401/1991, pentru RETROM SC Pașcani

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0...1300°C

14. Lance de cuplare cu bloc contact LV—1, cu aprobare de model nr. 3711/1991, pentru SC AMCO SA Otopeni

Caracteristici principale :
— termoelectrodul negativ aliaj CuNi 0,6%
— termoelectrodul pozitiv Cu 99,99 A

15. Termorezistențe cu element din cupru tip TTR—Cu cu aprobare de model nr. 3952/1991 pentru SC Retrom Pașcani

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : —50 ...+180°C
— W_{100} °C = 1,426
— clasă de precizie : 2

În domeniul : MĂRIMI OPTICE

1. Densitometru, cu aprobare provizorie de model nr. 5056/1991 pînă la 31.12.1992, pentru SC FASTECO SA București

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 ... 4
— eroare de justețe : ± 2,5% ± 1 digit

În domeniul : MĂRIMI FIZICO — CHIMICE

1. Metanometru portabil MP—6M, cu aprobare provizorie de model nr. 4554/1991 pînă la 31.12.1991, pentru Întreprinderea de Aparate de Măsură și Control Otopeni

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 ...3% vol CH_4/aer
— eroare de bază : ± 0,2% vol în intervalul 0 ...2% vol CH_4/aer
± 0,3% vol în intervalul 0 ... 3% vol CH_4/aer

2. Explozimetru portabil EGP—2, cu aprobare provizorie de model nr. 2823/1991 pînă la 31.12.1991, pentru Intreprinderea de Aparate de Măsură și Control Otopeni

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 ...100% vol LIE CH_4/aer
— eroare de bază tolerată : ± 10% vol

3. Explozimetru portabil EP—3 cu aprobare provizorie de model nr. 2823/1991 pînă la 31.12.1991, pentru Intreprinderea de Aparate de Măsură și Control Otopeni

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 ... 60% LIE
— eroare de bază tolerată : ± 10% vol (resp. ± 10% LIE)

4. Analizor de ioni-selectivi, cu aprobare de model prototip nr. 5237/1991, pentru Intreprinderea de Aparate și Utilaje pentru Cercetare București

Caracteristici principale :
— interval de măsurare pentru :
01 :(10^{-1} ... 10^{-4}) M/l
CN : (10^{-2} ... 10^{-5}) M/l
— eroare de bază : ± 3,5% din intervalul de măsurare

5. Spectrometru de masă pentru analiza deuteriului tip MAD—2x, cu aprobare provizorie de model nr. 5228/1991, pentru Institutul de Tehnologie a Izotopilor Moleculari Cluj Napoca

Caracteristici principale :
— interval de funcționare : 100 ... 150 ppm ; 150 ... 10 000 ppm
— eroare : ± 0,8% respectiv ± 2%
— repetabilitate : ± 0,5% respectiv ± 1%

6. Instalație pentru măsurarea umidității grîului utilizînd absorbția microundelor, cu aprobare de model prototip nr. 5215/1991, pentru Institutul de Cercetări și Proiectări Electrotehnice

Caracteristici principale :
— interval de măsurare umiditate : 10,0 ... ...17,0% apă
— eroare de bază : ± 0,5%
— interval de măsurare a temperaturii : 10 ... 20°C

7. Instalație radiometrică de suprafață pentru determinarea gradului de compactare a pămîntului tip IRSCP—1, cu aprobare de model prototip nr. 5213/1991 pentru Institutul de Fizică și Inginerie Tehnologică București

Caracteristici principale :
— interval de măsurare densitate : (1,2 ... 2,0) g/cm³
— umiditate masică : (3 ... 25)%
— erori relative : — densitate max. 6,5%
— umiditate masică 6,5%

8. Analizor termoconductometric de hidrogen ROMAG—TC—1, cu aprobare de model pro-

totip nr. 5259/1991 pentru Institutul de Proiectări pentru Automatizări

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 0 ... 100% vol H_2/N_2

— eroare de bază : + 2% din valoarea de măsurare corespunzătoare semnalului de ieşire 4 ... 20 mA, respectiv ± 0,32 mA

9. Explozimetru multicanal staţionar tip EMSI, cu aprobare de model nr. 4690/1991, pentru SC AMCO Otopeni

10. Traductor termocatalitic montat în cameră de măsurare tip CMEx—2 cu aprobare de model (prin extindere) nr. 4690/1991, pentru Institutul de Chimie Fizică Cluj Napoca

11. Senzor de umiditate SA—1 cu aprobare provizorie de model nr. 5279/1991 pînă la 31.12.1992, pentru Institutul de Cercetări şi Proiectări Electrotehnice

Caracteristici principale :

— interval de măsurare a umidităţii : 30 ... 90%

— eroare de bază : ± 3,5%

12. Celulă de măsurare CMEx 2, cu aprobare provizorie de model nr. 5277/1991, pentru Intreprinderea de Aparate de Măsură şi Control Otopeni

Caracteristici principale :

— eroare de bază tolerată la măsurarea gazelor/vaporilor combustibili în aer : ± 0,1%

13. Mustimetru tip MD—GH, cu aprobarea de model nr. 5306/1991, pentru SC Termodensirom SA Bucureşti

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 60 ... 360 g zahăr/l, respectiv 34 ... 21/vol

— eroare de bază : ± 5 g zahăr/l, respectiv ± 0,5 vol

14. Gamadensimetru pentru tulbureală de minereu GMT—200, cu aprobare de model prototip nr. 5171/1991 pentru Institutul de Fizică şi Inginerie Nucleară Bucureşti

15. Umidometru electronic pentru seminţe, cu aprobare de model nr. 4329/1991, pentru Intreprinderea de Aparate Electronice de Măsură

16. Aparat pentru determinarea umidităţii materialelor granulare, cu aprobare de model prototip nr. 5318/1991 pentru Institutul de Proiectări pentru Automatizări Cluj Napoca

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : (10,5 ... 16,5)u% pentru grîu corespunzător cu (45 ... ... 75)% u.r. aer

— eroare de bază : ± 0,4 umiditate grîu

17. pH-metru numeric portabil pHv-P02A cu aprobare provizorie de model nr. 5347/1991 pînă la 31.12.1991 pentru SC CAST SA Bucureşti

Caracteristici principale :

— interval de măsurare a pH-ului : 0 ... 14

— eroare de bază : ± 0,04 pH

18. Sistem pentru evaluarea poluării mediului ambiant, determinată de particule în suspensie la emisie, cu aprobare de model prototip nr. 5336/1991 pentru Institutul de Cercetări şi Proiectări Electrotehnice

19. Refractometru electronic de proces, cu aprobare provizorie de model nr. 5328/1991 pînă la 31.12.1993 pentru ALASC—SRL Cluj Napoca

Caracteristici principale :

2 variante :

A — interv. de măsurare (3 ... 45)% BRIX

— eroare de bază max. ± 0,5% BRIX

B — interv. de măsurare (40 ... 75)% BRIX

— eroare de bază max. ± 0,5% BRIX

În domeniul : MĂRIMI SPECIFICE RADIAŢIILOR IONIZANTE

1. Instalaţie pentru măsurări de miniprobe gamaradiometrice în vitro MONO GAMMA COUNTER, cu aprobare provizorie de model nr. 3492/1991 pînă la 31.12.1992 pentru Institutul de Fizică şi Inginerie Nucleară

2. Instalaţie pentru măsurări de probe gamaradioactive în vitro cu schimbător automat de prelucrare numerică a datelor tip ZIGAMAT 96XY cu aprobare provizorie de model nr. 3584/1991 pînă la 31.12.1992 pentru Institutul de Fizică şi Inginerie Nucleară

3. Radiometru pentru măsurarea activităţii şi dozarea izotopilor cu aprobare provizorie de model nr. 5254/1991 pînă la 31.06.1993 pentru Institutul de Cercetări Nucleare Piteşti

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 37 kBq 37000GBq

— dotat cu două subansamble de detecţie

4. Staţie de monitoare a radiaţiilor în mediu ambiant tip SMRM—13G cu aprobare provizorie de model nr. 4464/1991 pentru Institutul de Cercetări Nucleare Piteşti

Caracteristici principale :

— monitor debit expunere interval : $(4{,}33 \times 10^{-4} \ldots 7{,}17 \times 10^{-7})$A/kg

— eroare de bază : ± 5% pentru înregistrare şi ± 20% pentru afişaj

5. Debitmetru de expunere tip DE—2 cu aprobare de model prototip nr. 5360/1991 pentru Institutul de Fizică şi Inginerie Nucleară

Caracteristici principale

— interval (7 ... 1430) pA/kg

— eroare de bază : ± 40%

În domeniul : MIJLOACE DE MĂSURARE CU FUNCȚII DE MĂSURARE

1. Centralizator de nivele tip CN 2—255 cu aprobare de model nr. 4906/1991 pentru Intreprinderea de Prototipuri și Echipamente pentru Automatizare Ploiești

Caracteristici principale :

— interval de măsurare a nivelului : 0 . . .20 m
— afișarea nivelului : 5 cifre
— număr de traductoare de nivel : max 25

2. Integrator pneumoelectric tip P—1M cu aprobare nr. 5234/1991 pentru Institutul de Proiectări pentru Automatizări

Caracteristici principale :

— semnal de intrare : 0,2 . . . 1 bar
— precizie : ± 0,6%
— putere consumată : 35 VA

3. Bloc de calcul și integrare tip BCT—97 cu aprobare de model prototip nr. 5252/1991 pentru Institutul de Proiectări pentru Automatizări București

Caracteristici principale :

— semnal de ieșire : totalizare locală debit/oră (m^3/h)
— totalizare energie termică (Gcal/h)
— curent unificat : 4 . . . 20 mA

4. Instalație electronică cu microprocesor și transmiterea serială a datelor pentru dozatoare, cu aprobare de model experimental nr. 5285/1991 pentru Institutul de Proiectări pentru Mecanică Fină și Scule filiala Sibiu

Caracteristici principale :

— semnal de intrare cod Gray (0/15 ± 3V)
— semnal de ieșire comenzi dozatoare
— precizia de cîntărire în condiții de simulare : ± 0,1% din intervalul de măsurare

5. Înregistrator de densitate a fluidelor de cimentare și stimulare tip ID—2, cu aprobare provizorie de model nr. 4525/1991 pînă la 15.09.1993 pentru Institutul de Cercetări și Proiectări Utilaj Petrolier Ploiești

Caracteristici principalee :

— semnal de intrare : 2 . . . 10 mA c.c.
— interval de măsurare : 1 . . . 2,4 kg/dm^3
— clasă de precizie : 2

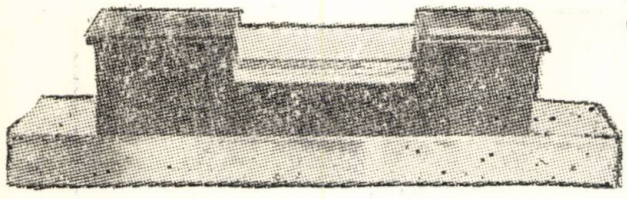
7. Instalație automată pentru dozarea uleiului folosit la Oltcit, cu aprobare de model unicat pentru Institutul de Proiectări pentru Automatizări

8. Adaptor pentru detectoare de debit cu ieșire la frecvență tip ADF—98, cu aprobare de model nr. 4763/1991, pentru RETROM SA Pașcani

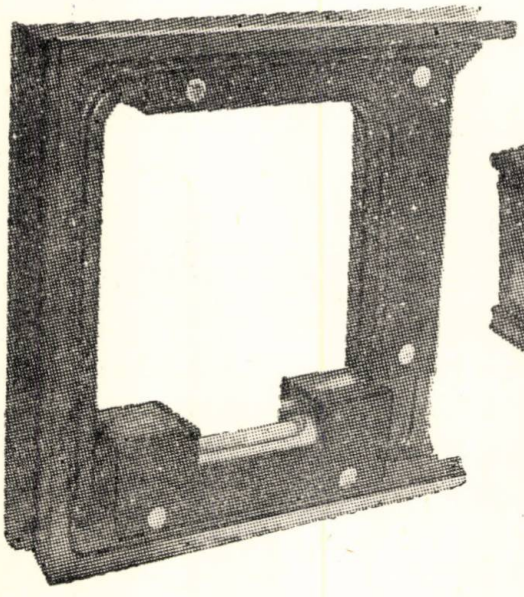
SOCIETATEA COMERCIALĂ

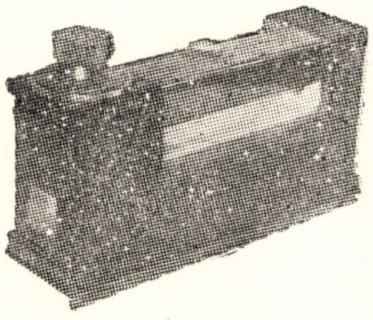
INDUSTRIA OPTICA ROMANA S.A.

produce și livrează microscoape industriale, medicale și de cercetare; aparate și instrumente pentru măsurări metrologice; aparatură stomatologică și de tehnică oftalmologică; linii tehnologice pentru montat lentile de ochelari; lentile de ochelari, inclusiv comenzi pentru rețete; aparate de protecție CINE, EPI și DIA; aparate, obiective și accesorii foto.

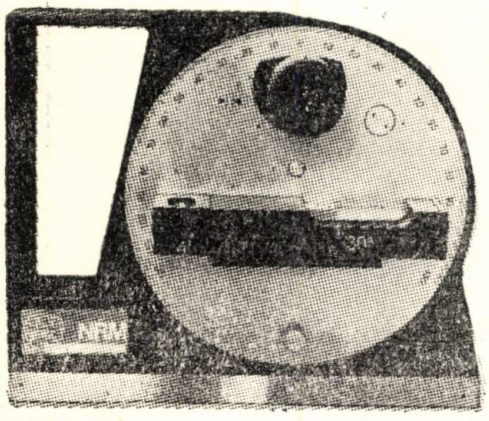


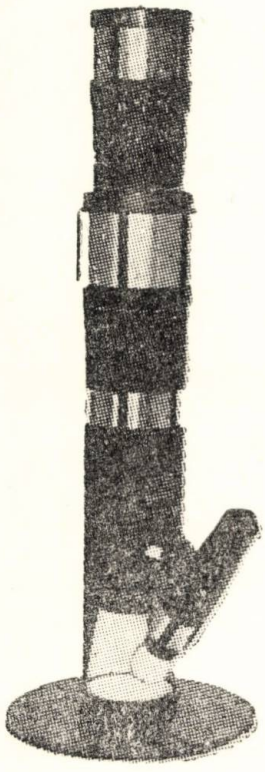
Vă prezentăm unul din domeniile noastre de activitate:

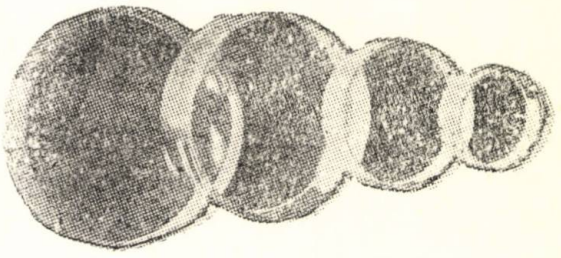




- **NIVELĂ CILINDRICĂ** — fabricată în 4 tipodimensiuni, diferențiate prin precizie de la 0,3 la 2 mm/m și lungimea monturii între 60 . . . 90 mm
- **NIVELĂ PARALELIPIPEDICĂ** — fabricată în 12 tipodimensiuni diferențiate prin valoarea diviziunii de la 0,002 la 0,3 mm/m și lungimea monturii între 150 . . . 250 mm
- **NIVELĂ CU CADRU** — fabricată în 10 tipodimensiuni diferențiate prin precizie cuprinsă între 0,05 și 0,6 mm/m și lungimea monturii între 150 . . . 250 mm
- **NIVELĂ CU COINCIDENȚĂ** — cu precizie de 0,01 mm
- **NIVELĂ MICROMETRICĂ** — cu precizie de 0,01 mm
- **NIVELĂ CU MICROSCOP** — cu precizie de 1′(un minut) pe un interval de lucru de 120°
- **MICROSCOP DE MĂSURARE** — folosit pentru măsurări liniare și unghiulare, cu o precizie de 0,01, respectiv 10′ și un grosisment de 16×
- **CALIBRE CU RAZĂ SAU PLAN PARALELE** — se confecționează din sticlă optică; precizie de execuție și măsurare de ordinul franjelor de interferență; se pot comanda în orice dimensiune de rază și de diametru







Pentru informații suplimentare adresați-vă la

S.C. INDUSTRIA OPTICĂ ROMÂNĂ S.A.

Aleea I.O.R. nr. 4, Sector 3, București — 74404

Telefon: 21 20 80; 21 15 21 Telex: 10558

INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE

execută, pe bază de contract sau comandă fermă

SERVICII TEHNICO-ȘTIINȚIFICE:

- Mostre etalon de duritate și de microduritate
- Vacuummetre cu compresie, de presiune absolut joasă
- Manometre cu piston și greutăți (1 bar)
- Elemente normale (Weston) saturate și nesaturate
- Rezistivimetre pentru semiconductoare (inclusiv automatizate)
- Transformatoare etalon de curent și de tensiune (inclusiv tipuri speciale, orice performanțe)
- Testere de ceasornice (mecanice, electronice)
- Instalații pentru măsurarea caracteristicilor magnetice ale tablei electrotehnice
- Celule pentru punctul triplu al apei (+ 0,01 °C)
- Termorezistoare și termocupluri cu utilizări speciale
- Instalații cuptor cvasinegru pentru etalonări de pirometre de radiație
- Pirometre de radiație (700...1300 °C și 900...1600 °C)
- Substanțe — măsură (solide, gaze, etalon de putere calorifică)
- Radiatoare cvasiintegrale la temperatură variabilă (100...800 °C), cu un set de aperturi schimbabile
- Lămpi spectrale etalon de lungime de undă (200...1100 nm)
- Termobaterii cu 8; 24 și 40 perechi de joncțiuni
- Plăci etalon de factor spectral de reflexie și de radianță
- Substanțe — măsură (lichide) etalon de: vîscozitate; extincție zecimală; indice de refracție; concentrație a elementelor chimice (pentru spectrofotometria de absorbție atomică); conductivitate electrolitică; pH etc.
- Substanțe — măsură etalon de concentrație de gaze
- Senzori de umiditate a gazelor (higristoare)
- Celule de conductivitate electrolitică
- Simulatoare de traductoare (termorezistoare; termocupluri; senzori de conductivitate; senzori de pH etc.) pentru efectuarea de verificări în sisteme de automatizare

BUCUREȘTI, 75669, Sos. Vitan-Bîrzești, nr. 11 Tel: 34.35.20; Fax: 34.65.85; Telex: 11871 inmb r

OMIKK

I. N. I. D.
Fonduri Documentare
Inv.

E 8225

INM Nr. 3/1992

metrologie

serie nouă

SUMMARY

NICOLAE FÂNTÂNARU: Inaccuracy of Measurement for Force Transducers 66

GEORG GUTT, HERMANN WULFMEYER, SONIA GUTT: Portable Electronic Hardness-Testing Machine 70

RĂZVAN STĂNESCU, CORNELIU DRAGOMIR, RADU DRAGUŞ: Current Loop Isolation Interface 76

MIRANDA NAFORNIŢĂ, IOAN NAFORNIŢĂ: Algorithm for Real Time Idle Power Calculation 79

INFORMATION
OFFICIAL PART

* * * New Regulations in the Field of Standardization, Metrology and Consumers Protection 85

* * * Decree of the Government Regarding the Discontinuation of the National Commission for Standards, Metrology and Quality 85

* * * Decree of the Government Regarding the Activity of Metrology 86

* * * Decision of the Government Regarding the Organization and Functioning of the Romanian Bureau of Legal Metrology 94

SOMMAIRE

NICOLAE FÂNTÂNARU: L'imprécision de mesurage pour les transducteurs de force 66

GEORG GUTT, HERMANN WULFMEYER, SONIA GUTT: Appareil élétronique portable pour mesurer la dureté à charges dinamiques réduites 70

RĂZVAN STĂNESCU, CORNELIU DRAGOMIR, RADU DRĂGUŞ: Interface à boucle de courant avec séparation galvanique 76

MIRANDA NAFORNIŢĂ, IOAN NAFORNIŢĂ: Algorithme pour calculer en temps réel la puissance reactive 79

INFORMATIONS
PARTIE OFFICIELE

* * * Nouvelles dispositions concernant la standardization, la métrologie et la protection des consommateurs 85

* * * Ordonance du Gouvernement concernant la discontinuation de la Commission Nationale de Standards, Métrologie et Qualité 85

* * * Ordonance du Gouvernement concernant l'activiteé de métrologie 86

* * * Décision du Gouvernement concernant l'organization et le fonctionnement du Bureau Roumain de Métrologie Legale 94

REDACŢIA :

INSTITUTUL NAŢIONAL DE METROLOGIE
Şos Vitan-Bîrzeşti nr. 11, tel. 342060/191
344030/191 ; Bucureşti ; 75669

ADMINISTRAŢIA :

DIRECŢIA DE PRESĂ PENTRU
PUBLICITATE ŞI TIPĂRITURI

Piaţa Presei Libere nr. 1, sector 1,
Bucureşti, 71 341
Telefon : 177729, 176010 şi 176080.
interior 2086 şi 2483.

ISSN 1220—546 X

Cererile pentru abonamente vor fi adresate redacţiei în contul
309800201 BCR, filiala sector 4.
Costul unui abonament anual este 600 lei.

★

Cititorii din străinătate pot contracta abonamente prin : ILEXIM
— Departamentul export-import presă, Bucureşti, str. Decembrie nr. 3
P.O.B. 146—137 Telex 12226

★

Cererile pentru reclame în revistă vor fi înaintate Agenţiei de publicitate a DPPT Calea Victorei 174, cont 645120608 BCR filiala sector 1

S.C. UNIVERSUL S.A. — C. 3669

Lei 150

1883 ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS INFORMÁCIÓS KÖZPONT

I. N. I. D.
Fonduri Documentare
Inv.

METROLOGIE

Publicaţie tehnico-ştiinţifică

editată de

INSTITUTUL NAŢIONAL DE METROLOGIE

SUMAR

NICOLAE FÂNTÂNARU: Banda de erori a valorilor măsurate cu traductoare de forţă 66

GEORG GUTT, HERMANN WULFMEYER, SONIA GUTT: Durimetru electronic portabil cu sarcini dinamice mici 70

RĂZVAN STĂNESCU, CORNELIU DRAGOMIR, RADU DRĂGUŞ: Interfaţă cu semnal unificat cu separare galvanică 76

MIRANDA NAFORNIŢĂ, IOAN NAFORNIŢĂ: Algoritm de calcul al puterii reactive în timp real 79

INFORMAŢII

PARTEA OFICIALĂ

* * * Noi reglementări legale în domeniul standardizării, metrologiei şi protecţiei consumatorilor 85

* * * Ordonanţă privind încetarea activităţii Comisiei Naţionale pentru Standarde, Metrologie şi Calitate 85

* * * Ordonanţă privind activitatea de metrologie 86

* * * Hotărîre privind organizarea şi funcţionarea Biroului Român de Metrologie Legală 94

***

Colectivul de redacţie: fiz. Dragoş Boiciuc, Viorica Buroiu *(secretar de redacţie)*, ing. chim. Mirela Buzoianu, ing. Gabriel Iordăchescu, fiz. Gheorghe Ispăşoiu, dr. ing. Aurel Millea *(redactor responsabil)*, ing. Ionel Urdea.

Banda de erori a valorilor măsurate cu traductoare de forţă

NICOLAE FÂNTÂNARU *

Abstract: *Bias errors of measurements using six force transducers are examined. Quantitative bias evaluation has been performed by estimating bias errors both in terms of relative values and reduced values in the case of traction/compression for loading/unloading, respectively. The need to express bias errors in terms of reduced values, in compliance with most of the standards, is emphasized.*

Résumé: *On examine la justesse des mesurages avec six transducteurs de force. L'évaluation de la justesse a été réalisée par l'estimation de l'erreur de justesse exprimée comme erreur relative et, réspectivement, comme erreur réduite dans le cas de traction/compression pour chargement-déchargement. On souligne la nécessité d'exprimer l'erreur de justesse comme erreur réduite, correspondant à la plupart des normes.*

Se practică de către specialişti investigarea conservării performanţelor metrologice ale traductoarelor de forţă după o anumită perioadă de utilizare [2 ; 6 ; 5 ; 1]. Lucrarea de faţă îşi propune determinarea benzii de erori a valorilor măsurate cu şase traductoare de forţă după o perioadă de exploatare de 25 de ani a acestora.

1. Definiţia benzii de erori

În accepţia standardizată [7] banda de erori se defineşte ca suma dintre eroarea de repetabilitate şi eroarea de liniaritate. Cum repetabilitatea poate fi caracterizată prin fidelitate, prin abatere medie pătratică sau prin eroare limită, banda de erori se defineşte mai complet după cum se arată în tabelul 1, respectiv fig. 1. În tabelul 1, pe lîngă banda de erori exprimată

Tabelul 1

Parametrii metrologici pentru definirea benzii de erori

Nr. crt.	Denumirea parametrului metrologic			U/M	Simbolul şi relaţia de calcul
1	Eroarea de liniaritate		relativă	%	e_1
2			raportată		e_{1ra}
3	Eroarea de fidelitate		relativă		e_f
4			raportată		e_{fra}
5	Abaterea medie pătratică		relativă		s_r
6			raportată		s_{ra}
7	Eroarea limită		relativă		Δ_r
8			raportată		Δ_{ra}
9	Banda de erori calculată din	eroarea de fidelitate	relativă		$b_w = e_f + \lvert e_1 \rvert$
10			raportată		$b_{wra} = e_{fra} + \lvert e_{1ra} \rvert$
11		abaterea medie pătratică	relativă		$b_s = s_r + \lvert e_1 \rvert$
12			raportată		$b_{sra} = s_{ra} + \lvert e_{1ra} \rvert$
13		eroarea limită	relativă		$b_\Delta = \Delta_r + \lvert e_1 \rvert$
14			raportată		$b_{\Delta ra} = \Delta_{ra} + \lvert e_{1ra} \rvert$

* Institutul Naţional de Metrologie, Laboratorul Forţe-Duritǎţi, Timişoara 4, str. Crizantemelor nr. 64

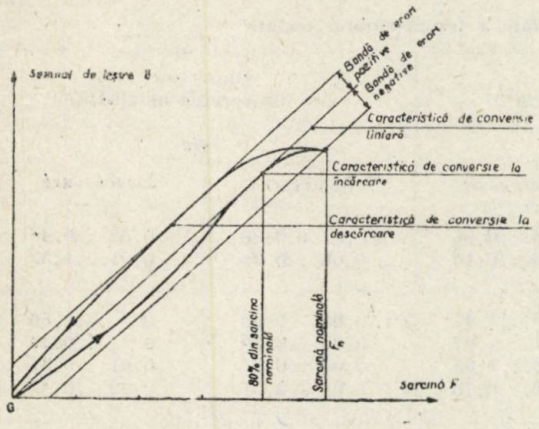


Fig. 1

în valori raportate (procente din sarcina nominală), s-a calculat suplimentar și banda de erori exprimată în valori relative (procente din sarcina aplicată).

2. Traductoarele testate, etalon folosit

Determinarea experimentală a benzii de erori s-a efectuat asupra unui lot de șase traductoare de forță Philips de clasă 0,5 ale căror caracteristici tehnice sînt menționate într-o lucrare anterioară [4]. Testarea acestor traductoare s-a executat la mașina etalon cu încărcări directe de 50 kN, cu incertitudinea de $5 \cdot 10^{-5}$, astfel că raportul de exactitate la transmiterea unității de măsură a forței rezultă : clasă traductor/clasă etalon = $0{,}5\% / 5 \cdot 10^{-5} \cdot 100\%$, valoarea minimă care trebuie asigurată acestui raport fiind în general 10.

3. Testările efectuate

Traductoarele s-au testat la zece trepte de sarcină uniform repartizate pe intervalul de măsurare, cu excepția traductoarelor D 1327 și D 1352 care s-au testat la nouă trepte de sarcină, amănunte arătate într-o lucrare anterioară [4]. Treptele de sarcină s-au aplicat în sens crescător pînă la sarcina nominală F_n iar de aici în sens descrescător pînă la zero. Fiecare treaptă de sarcină s-a aplicat de cîte șase ori în aceleași condiții.

4. Rezultatele obținute

Determinarea benzii de erori s-a efectuat după relațiile din tabelul 1, cu ajutorul valorilor erorilor de repetabilitate și liniaritate cunoscute din lucrări anterioare [4; 3]. Rezultatele obținute sînt cuprinse în tabelul 2 pentru primul traductor testat (D 1009) și în tabele similare pentru celelalte cinci traductoare. Cu ajutorul datelor din aceste tabele s-a întocmit tabelul 3 care sintetizează rezultatele obținute prin redarea benzii de erori pe întreg intervalul de măsurare al fiecărui traductor. Tot cu ajutorul datelor din aceste tabele, în fig. 2 s-a reprezentat banda de erori în valori relative b_w și raportate b_{wra} în funcție de sensul apli-

Tabelul 2

Rezultatele obținute la testarea traductorului D1009

Nr. crt.	F		F/F_n	μm/m		%					
	kN	kgf	kN/kN	$\bar{c}_i$	$\bar{c}$	b_w	b_{wra}	b_s	b_{sra}	b_Δ	$b_{\Delta ra}$
1	0	0	0	4640,0	0	—	—	—	—	—	—
2	0,49	50	0,1	4441,7	199,3	0,75	0,07	0,51	0,05	0,93	0,09
3	0,98	100	0,2	4240,0	400,0	0,11	0,02	0,11	0,02	0,11	0,02
4	1,47	150	0,3	4039,7	600,0	0,44	0,13	0,22	0,06	0,38	0,11
5	1,96	200	0,4	3840,0	799,8	0,21	0,08	0,13	0,05	0,21	0,08
6	2,45	250	0,5	3640,0	999,8	0,19	0,09	0,13	0,06	0,20	0,09
7	2,94	300	0,6	3440,0	1199,7	0,25	0,15	0,15	0,09	0,26	0,16
8	3,43	350	0,7	3241,0	1399,2	0,19	0,13	0,12	0,08	0,23	0,16
9	3,92	400	0,8	3042,3	1598,3	0,19	0,15	0,09	0,07	0,22	0,18
10	4,41	450	0,9	2842,0	1798,7	0,31	0,28	0,12	0,11	0,27	0,24
11	4,90	500	1,0	2641,3	1999,2	0,27	0,27	0,15	0,15	0,28	0,28
12	4,41	450	0,9	2840,3	1799,7	0,26	0,23	0,15	0,13	0,24	0,21
13	3,92	400	0,8	3038,7	1601,0	0,30	0,24	0,24	0,19	0,35	0,28
14	3,43	350	0,7	3239,3	1400,3	0,42	0,29	0,25	0,17	0,43	0,30
15	2,94	300	0,6	3440,0	1200,2	0,45	0,27	0,23	0,14	0,41	0,24
16	2,45	250	0,5	3640,0	1000,8	0,89	0,44	0,44	0,21	0,83	0,41
17	1,96	200	0,4	3838,7	801,3	0,77	0,31	0,46	0,19	0,76	0,31
18	1,47	150	0,3	4039,0	600,8	0,74	0,22	0,44	0,13	0,75	0,22
19	0,98	100	0,2	4239,0	401,0	0,86	0,17	0,58	0,11	0,94	0,19
20	0,49	50	0,1	4439,0	200,7	0,96	0,10	0,72	0,08	1,13	0,12
21	0	0	0	4639,7	0,3	—	0,02	—	0,02	—	0,02

Tabelul 3

Banda de erori pe intervalul de măsurare a traductoarelor testate

Traductor nr.	Solicitarea	Valori Relative (% din sarcina aplicată) b_w Încărcare	b_w Descărcare	Valori Raportate (% din sarcina nominală) b_{wra} Încărcare	b_{wra} Descărcare
D 1009	Tracțiune	0,11...0,75	0,26...0,96	0,02...0,28	0,02...0,44
D 802		0,09...1,36	0,53...9,10	0,08...0,38	0,01...1,52
D 1327	Compresiune	0,08...2,81	0,16...1,47	0,08...0,30	0 ...0,66
D 1352		0,14...0,57	0,11...1,07	0,06...0,39	0 ...0,43
D 955		0,08...0,89	0,06...1,65	0,06...0,27	0,01...0,37
D 1013		0,19...0,83	0,36...0,73	0,08...0,31	0,02...0,42
		b_s		b_{sra}	
D 1009	Tracțiune	0,09...0,51	0,15...0,72	0,02...0,15	0,02...0,21
D 802		0,06...0,74	0,47...8,55	0,05...0,19	0,01...1,39
D 1327	Compresiune	0,06...2,57	0,10...1,14	0,06...0,26	0 ...0,53
D 1352		0,09...0,37	0,11...0,85	0,04...0,37	0 ...0,37
D 955		0,05...0,56	0,02...1,42	0,04...0,18	0,01...0,35
D 1013		0,07...0,59	0,24...0,51	0,04...0,18	0,02...0,30
		b_Δ		$b_{\Delta ra}$	
D 1009	Tracțiune	0,11...0,93	0,24...1,13	0,02...0,28	0,02...0,41
D 802		0,11...1,34	0,54...9,16	0,10...0,36	0,01...1,51
D 1327	Compresiune	0,10...2,97	0,17...1,38	0,10...0,30	0 ...0,64
D 1352		0,18...0,78	0,11...1,29	0,08...0,41	0 ...0,44
D 955		0,08...0,84	0,06...1,83	0,08...0,27	0,01...0,39
D 1013		0,19...1,01	0,35...0,83	0,10...0,32	0,02...0,43

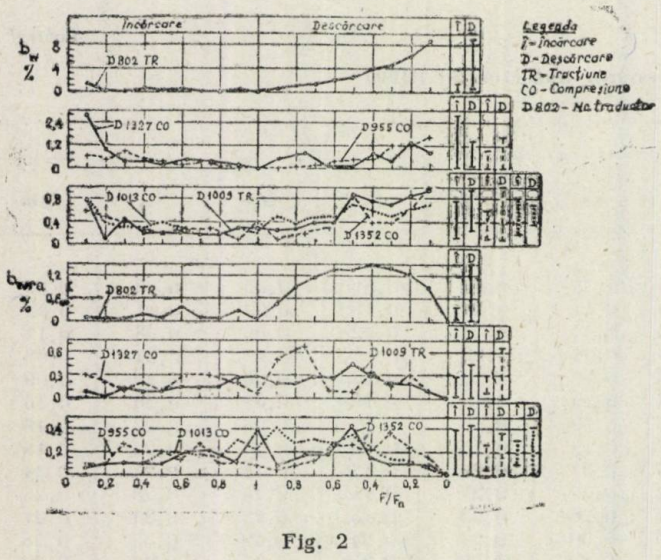


Fig. 2

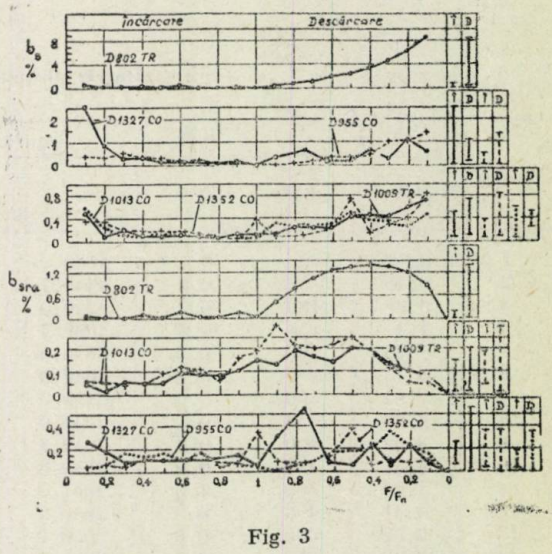


Fig. 3

cării forței (încărcare-descărcare) specificîndu-se și natura solicitării (tracțiune-compresiune), iar în fig. 3 și 4 s-a reprezentat similar banda de erori în valori relative b_s și raportate b_{sra}, respectiv banda de erori în valori relative b_Δ și raportate $b_{\Delta ra}$, la fiecare treaptă de sarcină testată. În partea din dreapta a fig. 2—4 s-a reprezentat și banda de erori corespunzătoare întregului interval de măsurare, pentru tragerea unor concluzii. Interpretarea datelor din tabelul 3 și fig. 2—4 duce la constatările ce urmează.

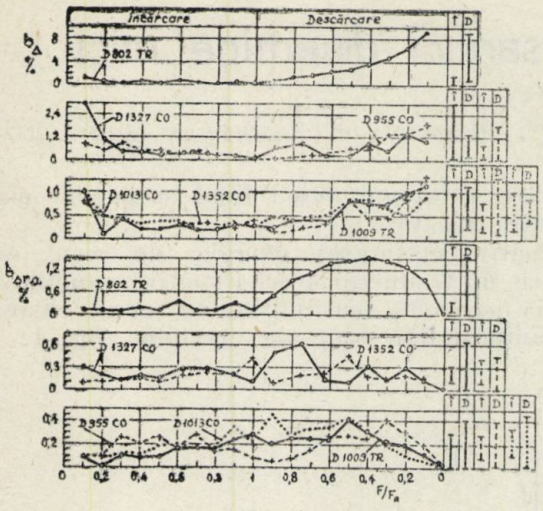


Fig. 4

4.1. *Dependența benzii de erori de sensul aplicării forței* (încărcare-descărcare) :

— banda de erori în valori relative b_w (fig. 2) variază în intervalul (0,08 ... 2,81)% la încărcare, respectiv în intervalul (0,06 ... 9,10)% la descărcare, iar banda de erori în valori raportate b_{wra} în intervalul (0,02 ... 0,39)% la încărcare, respectiv în intervalul (0 ... 1,52)% la descărcare;

— banda de erori în valori relative b_s (fig. 3) variază în intervalul (0,05 ... 2,57)% la încărcare, respectiv în intervalul (0,02 ... 8,55) % la descărcare, iar banda de erori în valori raportate b_{sra} în intervalul (0,02 ... 0,37)% la încărcare, respectiv în intervalul (0 ... 1,39)% la descărcare;

— banda de erori în valori relative b_Δ (fig. 4) variază în intervalul (0,08 ... 2,97)% la încărcare, respectiv în intervalul (0,06 ... 9,16) % la descărcare, iar banda de erori în valori raportate $b_{\Delta ra}$ în intervalul (0,02 ... 0,41)% la încărcare, respectiv în intervalul (0 ... ... 1,51)% la descărcare.

4.2. *Dependența benzii de erori de natura solicitării* (tracțiune-compresiune) :

— banda de erori în valori relative b_w (fig. 2) variază în intervalul (0,09 ... 9,10)% la traductoarele de tracțiune, respectiv în intervalul (0,06 ... 2,81)% la cele de compresiune, iar banda de erori în valori raportate b_{wra} în intervalul (0,01 ... 1,52)% la tracțiune, respectiv în intervalul (0 ... 0,66)% la compresiune;

— banda de erori în valori relative b_s (fig. 3) variază în intervalul (0,06 ... 8,55)% la tracțiune, respectiv în intervalul (0,05 ... 2,57)% la compresiune, iar banda de erori în valori raportate b_{wra} în intervalul (0,01 ... 1,39)% la tracțiune, respectiv în intervalul (0 ... 0,53) % la compresiune;

— banda de erori în valori relative b_Δ (fig. 4) variază în intervalul (0,11 ... 9,16)% la tracțiune, respectiv în intervalul (0,06 ... 2,97) % la compresiune, iar banda de erori în valori raportate $b_{\Delta ra}$ în intervalul (0,01 ... 1,51)% la tracțiune, respectiv în intervalul (0 .. ... 0,64)% la compresiune.

5. Concluzii

Performanțele traductoarelor testate se prezintă în ansamblu astfel :

— banda de erori în valori relative b_w se încadrează în intervalul (0,06 ... 9,10)%, toate traductoarele testate depășind clasa de exactitate 0,5 ;

— banda de erori în valori raportate b_{wra} se înscrie în intervalul (0 ... 0,44)%, excepție făcînd traductoarele D 802, respectiv D 1327, cu intervalul (0,01 ... 1,52)%, respectiv intervalul (0 ... 0,66)% care depășesc clasa de exactitate 0,5 ;

— banda de erori în valori relative b_w ia valori în intervalul (0,02 ... 8,55)%, toate traductoarele depășind clasa de exactitate;

— banda de erori în valori raportate b_{sra} ia valori în intervalul (0 ... 0,37)%, cu excepția traductoarelor D 802, respectiv D 1327, cu intervalul (0,01 ... 1,39)%, respectiv intervalul (0 ... 0,53)% care depășesc clasa de exactitate;

— banda de erori în valori relative b_Δ se încadrează în intervalul (0,06 ... 9,16)%, toate traductoarele depășind clasa de exactitate;

— banda de erori în valori raportate $b_{\Delta ra}$ se înscrie în intervalul (0 ... 0,44)%, excepție făcînd traductoarele D 802, respectiv D 1327, cu intervalul (0,01 ... 1,51)%, respectiv intervalul (0 ... 0,64)% care depășesc clasa de exactitate.

Se constată că exprimarea benzii de erori în valori relative (% din sarcina aplicată — așa cum se practică la încercarea dinamometrelor mecanice) ar duce la depășirea valorilor admise pentru clasa 0,5 la toate traductoarele testate, iar exprimarea benzii de erori în valori raportate (% din sarcina nominală conform reglementărilor în vigoare [7; 2]) scoate din clasă doar două din cele șase traductoare testate. În consecință se impune o reglementare univocă pe plan internațional a condițiilor de exprimare a benzii de erori a traductoarelor electrice de forță.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Baumann E.* Izmerenie sil elektriceskimi metodami. Izdatelstvo Mir, Moskva 1978

[2] *Bray A., Barbato G., Levi R.* Theory and practice of force measurement. Academic Press, Harcourt Brace Jovanovich, London 1990

[3] *Fântânaru N.* Liniaritatea valorilor măsurate cu traductoare de forță. Al VI-lea Simpozion național de tensometrie, Craiova 24—26 sept. 1992

[4] *Fântânaru N.* Repetabilitatea valorilor măsurate cu traductoare de forță. Al V-lea Simpozion național de tensometrie, Galați 20—23 sept. 1989

[5] *Gassmann H., Knöller M.* Biegering-Wägezellen für kleine- und grosse Lasten. Energie u. Automation, Heft 2, März/ Apr. 1990

[6] *Müller R. K.* u.a. Mechanische Grössen elektrisch gemessen. Expert Verlag 1980

[7] STAS 11852/4—92 Celule de sarcină cu tensorezistoare pentru măsurat forțe sau mase. Condiții tehnice de verificare

Durimetru electronic portabil cu sarcini dinamice mici

GEORG GUTT*, HERMANN WULFMEYER**, SONIA GUTT*

Abstract: *The constructive and operational principles of a portable electronic durometer with small dynamic loads together with some of its variants are presented in this paper. With a view to obtaining a reading resolution and high accuracy under small impact energy conditions, the authors have used a frictionless elastically suspended accelerometric transducer with mobile equipment. The electric signal obtained after the recoil is electronically analysed in order to measure hardness.*

Résumé: *Le principe constructif, la méthode de travail et les différentes variantes d'exécution d'un duromètre éléctronique portable à petites charges dynamiques, forment l'objet de cet ouvrage. Pour obtenir une résolution et une précision élevées même dans les conditions de petites énergie d'impact, les auteurs utilisent un traducteur accélérométrique suspendu élastiquement sans frottement avec l'équipage mobile. Le signal électrique obtenu après le recul est analysé éléctroniquement pour la détermination de la durate.*

I. Introducere

Încercarea dinamică de duritate cu sarcini mici reprezintă o necesitate atunci cînd urma lăsată de penetrator, chiar dacă este mică, reprezintă un element de deformare plastică nepermis. Durimetrele cu sarcini dinamice cunoscute, [1 — 11] bazate pe măsurarea energiei de recul elastic, generează invariabil și o componentă de deformare plastică, deoarece este necesar ca energia de impact să aibă o anumită valoare optimă, numai astfel reculul desfășurîndu-se cu o viteză suficient de mare pentru a reduce la minim influența forțelor de frecare, generate între penetrator și tubul de lansare, asupra preciziei și reproductibilității datelor. Acestea sînt principalele motive care au îndreptat atenția autorilor spre concepția și construirea unui durimetru electronic portabil cu sarcini mici.

II. Principiul și structura durimetrului dinamic portabil cu sarcini mici

Cu toate că energia de impact este mică, aparatul este caracterizat de o sensibilitate deosebită, precum și o lipsă totală a forțelor de frecare, echipajul mobil fiind suspendat elastic fără frecare.

Pentru măsurarea energiei de recul este folosit un traductor accelerometric caracterizat de o deosebită sensibilitate la șocuri chiar și la amplitudini mici ale acestora, fig. 1. În

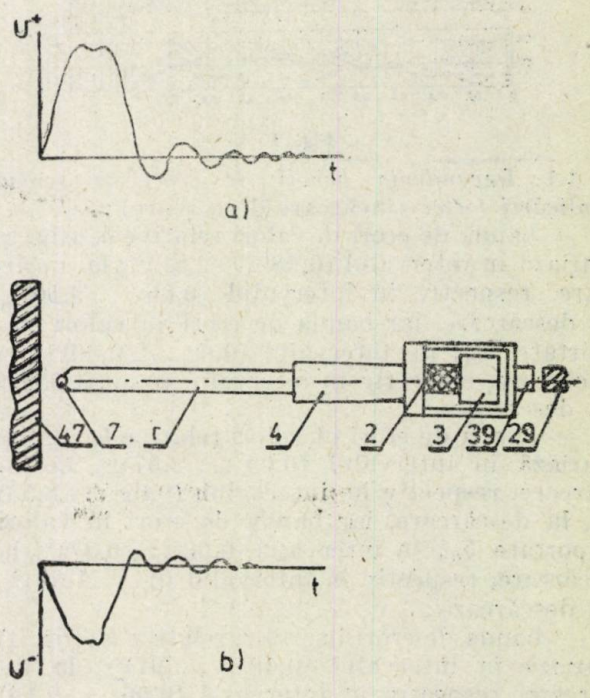


Fig.1 — Schema de principiu a măsurării durității în regim dinamic cu ajutorul unui traductor accelerometric

momentul impactului, traductorul accelerometric furnizează un semnal electric U_1 pozitiv, ca urmare a comprimării pastilei piezoelectrice (2), între tija (4) și masa inerțială (3). După recul, echipajul mobil se lovește, în partea opusă, de un reper fix furnizînd un semnal de tensiune U_2 negativ datorită destinderii pastilei piezoelectrice (2), ca urmare a deplasării masei inerțiale (3) în sens opus deplasării la impactul cu piesa de încercat. Semnalul electric U_2, pe lîngă informații despre energia înmagazinată de arcurile de suspendare elastică, mai conține și informații despre energia de recul elastic, ceea ce la o energie cinetică constantă la impact cu piesa încercată reflectă duritatea acesteia.

Pentru eliminarea unor eventuale erori cauzate de forța electromagnetică neuniformă ce deplasează echipajul mobil, informații ce sînt conținute în mare parte în semnalul U_1, în partea electronică se efectuează raportul între cele 2 semnale, U_2/U_1, obținîndu-se un număr adimensional G ce este convertit prin tabele

* Universitatea „Ștefan cel Mare" Suceava
** Amsler Otto Wolpert — Werke — Ludwigshafen

PROM în unități de duritate Vickers, Brinell, Rockwell sau Shore, la cerere. Durimetrul poate fi racordat direct la sisteme automate de prelucrare matematico-statistică a datelor experimentale. În acest scop, partea electronică este prevăzută cu interfață ce permite racordarea la orice microcalculator. În structura durimetrului sînt incluse și elemente electronice, optoelectronice și acustice pentru folosirea aparatului în sistemul de lucru „admis-respins". În acest scop nivelul semnalului dat de elementul de raport este introdus într-un element de comparație, unde este comparat cu cele două limite, superioară și inferioară, introduse de către operator prin două potențiometre. Rezultatul acestei comparații este afișat luminos prin două diode luminiscente corespunzător celor două limite, precum și sonor printr-un vibrator piezoelectric în domeniul audio. În varianta de bază durimetrul se compune dintr-o sondă de măsurare (S) și o parte electronică (E), fig. 2,

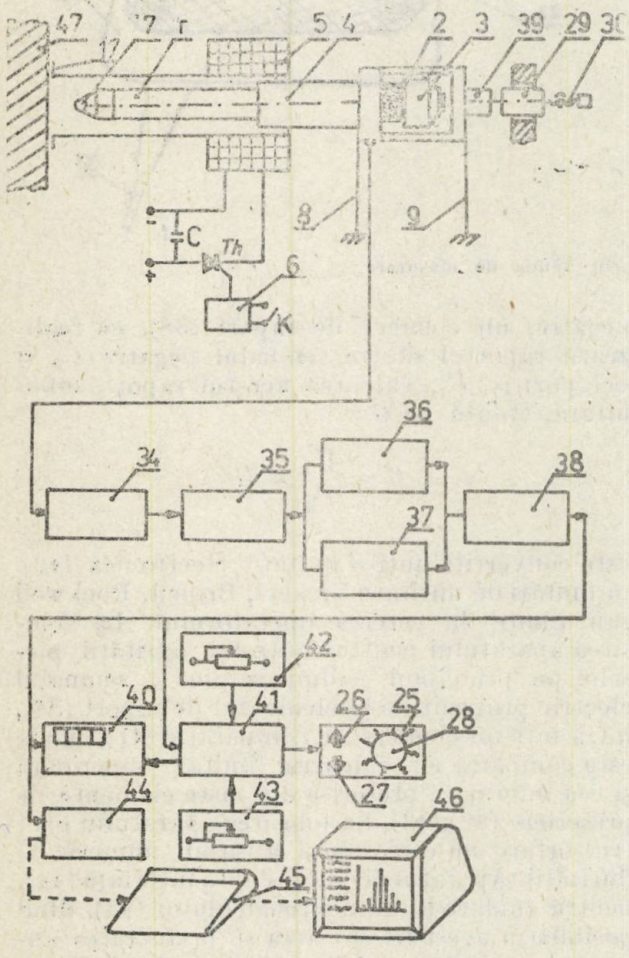


Fig. 2 — Schema bloc a durimetrului în regim de încercare cu sarcini dinamice

fig. 3. Încercarea de duritate se poate efectua din orice poziție, inclusiv de jos în sus, cu practicarea unor factori de corecție pentru poziția de încercare diferită de cea de sus în jos. Printr-o

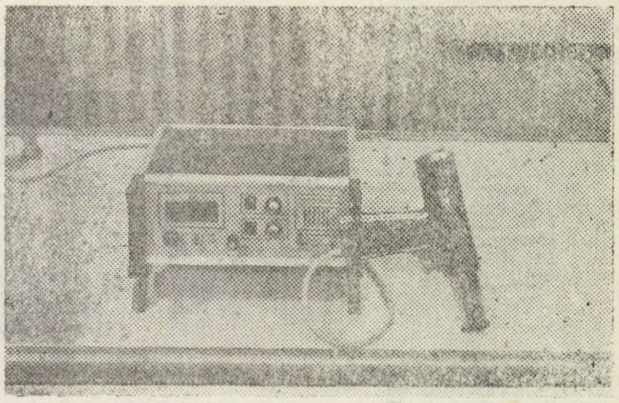


Fig. 3 — Vedere de ansamblu a durimetrului.

dispozitivare corespunzătoare în ce privește corpurile de adaptare la geometria corpului de încercat, aparatul poate fi folosit pentru încercarea de duritate pe piese de diverse geometrii și dimensiuni. Așa cum s-a menționat, durimetrul este portabil. Dispunerea sistemului elastic de suspendare a echipajului mobil și ușoara maniabilitate a condus la forma de pistol a sondei de măsurare. Necesitatea determinării durității dinamice în serie pe piese de serie mare, șuruburi, rulmenți, bucșe etc. ne-a dus și la conceperea, proiectarea și, în parte, și execuția unor dispozitive specifice de fixare și poziționare a acestui durimetru pentru a corespunde situațiilor menționate. Viteza extrem de mare de măsurare a durității, sub 1 secundă, nu exclude posibilitatea folosirii lui în regim de control 100% pe linie de fabricație cum ar fi : inele, bile și role de rulmenți, șuruburi, piulițe ș.a.

Sonda de măsurare (S) este formată idintr-un traductor accelerometric piezoelectric (1), compus dintr-o pastilă piezoelectrică (2) și o masă inerțială (3), montată pe o tijă (4), ce prezintă o zonă (r) cu un diametru mai redus, necesară facilitării anclanșării echipajului mobil de către o bobină (5) alimentată de către un grup de condensatoare (C), a căror descărcare este comandată prin intermediul unui bloc electronic (6) și a unui tiristor (Th). În capătul tijei de secțiune redusă (r) se găsește un penetrator sferic din carbură de wolfram (7) cu diametrul de 2,5 mm. Intregul echipaj mobil este suspendat elastic fără frecare de către arcurile lamelare (8) și (9) rigidizate prin penele (10), (11) și un șurub (12) pe un corp (13) și printr-un șurub (14) pe traductorul (1). Pe un corp demontabil (15), se găsește bobina (5), ecranată printr-un inel de cauciuc (16) și talpa de contact (17). Corpurile de adaptare (18), (19) sînt folosite ca dispozitive anexă în vederea adaptării la geometrii ale pieselor ce prezintă suprafețe cilindrice. Pentru blocarea corpului (15) după înfiletarea acestuia pe corpul (13) se folosește un șurub de blocare (21). Punerea sub tensiune a bobinei (5) se asigură prin niște

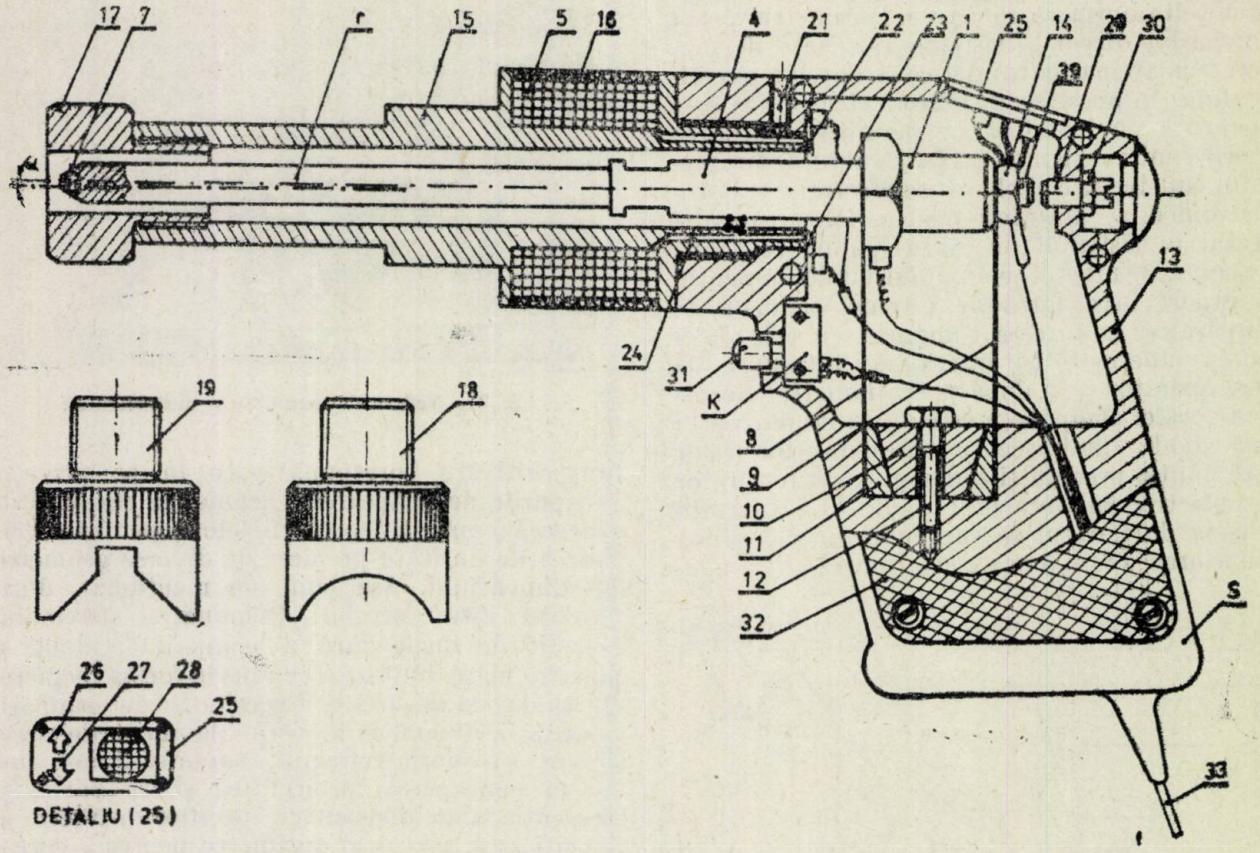


Fig. 4 — Secțiune longitudinală prin sonda de măsurare

contacte lamelare (22), (23) și a unor conductoare (24) ce trec presat printr-un canal. Pe corpul (13) se mai găsesc : o placă (25) cu semnalizările luminoase (26) și (27) pentru limita superioară, respectiv inferioară, precum și semnalizarea sonoră realizată cu un traductor piezoelectric (28). Șurubul (29) și piulița (30) servesc pentru reglarea pe cale mecanică a nivelului semnalului electric furnizat de traductorul accelerometric după recul. Intrerupătorul K, prevăzut cu un buton de acționare (31), servește pentru comanda deschiderii tiristorului (Th), în vederea realizării anclanșării echipajului mobil. Capacul (32) închide corpul (13), iar cablul (33) realizează legătura cu partea electronică.

Partea electronică (E), fig. 2, fig. 5, folosește prelucrării semnalelor electrice furnizate de traductorul piezoelectric într-un semnal proporțional cu duritatea, precum și conversia și afișarea numerică a acestuia în unități de duritate iar, după caz, și prelucrarea complexă a valorilor măsurate pînă la nivelul editării automate a buletinelor de încercări. Este formată dintr-un amplificator (34), un integrator (35), cu rol de integrare a semnalului complex furnizat de traductor la impactul cu piesa (47) supusă încercării și la al doilea impact cu partea frontală a șurubului de reglare (29), un element de memorare (36) pentru semnalul pozitiv și un element de memorare (37) pentru semnalul negativ, un element de raport (38), ce realizează raportul dintre semnalul negativ U_2 și cel pozitiv U_1, valoarea acestui raport, subunitară, notată cu G :

$$G = \frac{U_2}{U_1} \approx H \qquad (1)$$

este convertită într-o unitate electronică (40), în unități de duritate Vickers, Brinell, Rockwell sau Shore la cererea operatorului. La folosirea aparatului pentru controlul durității pieselor pe principiul „admis-respins", semnalul electric provenit de la elementul de raport (38), intră într-un element de comparație (41), unde este comparat cu valoarea limită superioară și cea inferioară prescrise din niște elemente de prescriere (42),(43). La folosirea aparatului pentru sortare nu este anulat afișajul numeric al durității. Aparatul dispune și de o interfață (44), pentru cuplare la un microcalculator (45), fiind posibilă în acest fel stocarea și prelucrarea automată a datelor, rezultatele fiind afișate fie pe un monitor (46), fig. 6, fie redate pe o imprimantă grafică sub formă de buletine de încercări. Blocurile electronice funcționale din schema de principiu se regăsesc în schema electronică din fig. 5, fiind încadrate cu linii punctate.

Modul de lucru cu durimetrul este următorul : se așază corpul de adaptare (17), (18) sau (19)

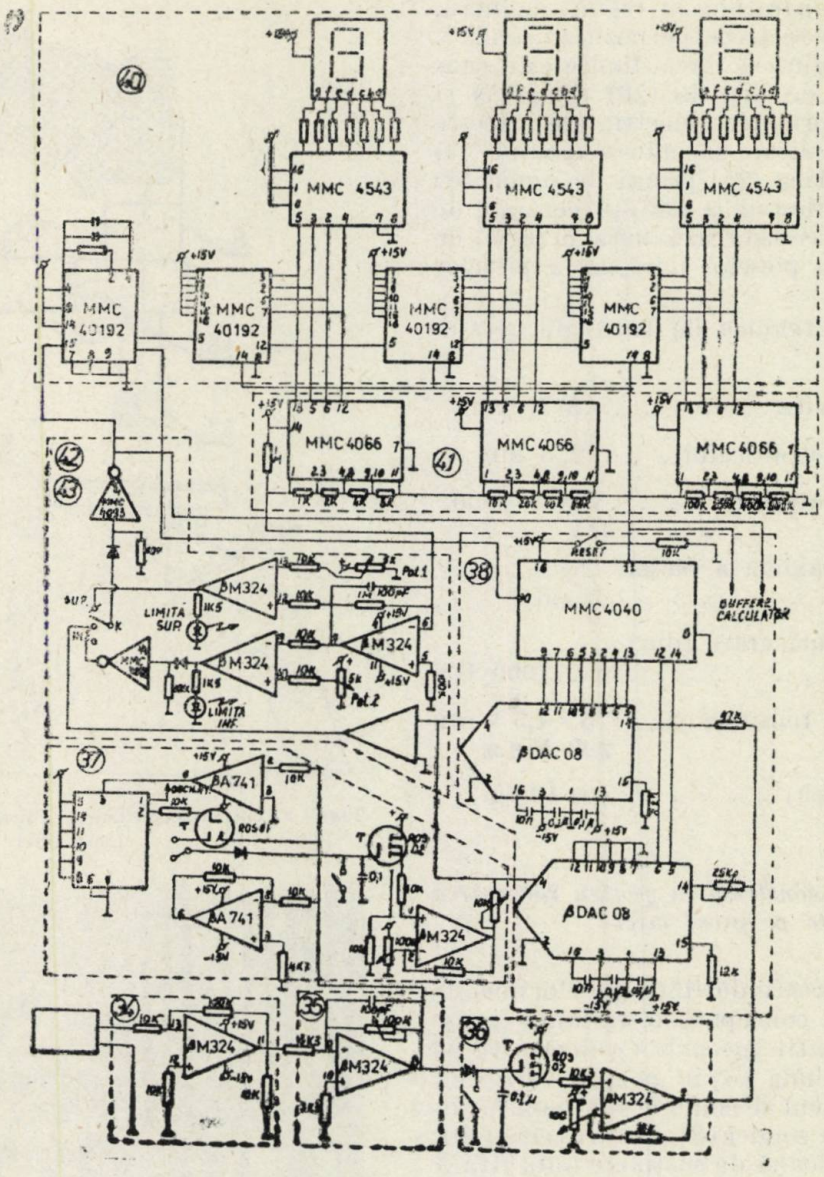


Fig. 5 — Schema electronică a aparatului

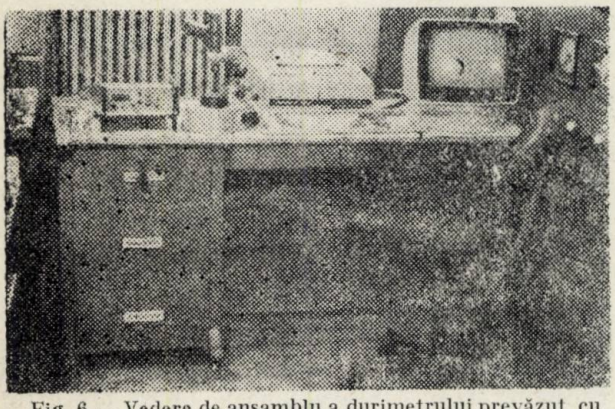


Fig. 6 — Vedere de ansamblu a durimetrului prevăzut cu calculator

pe piesa de încercat (47), se apasă pe butonul (31); prin blocul electronic (6) este comandată deschiderea scurtă a tiristorului (Th), deschidere ce permite o descărcare unică a condensatoarelor (C) prin bobina (5), provocînd anclanșarea tijei (4) și lovirea piesei de încercat (47) de către penetratorul (17). Traductorul (1) furnizează semnalul U_1, ce este memorat în elementul de memorare (36); după reculul elastic de pe piesă, echipajul mobil lovește partea frontală a șurubului (29), ocazie cu care traductorul (1) produce semnalul electric U_2 ce este memorat în elementul de memorare (37), cele două semnale fiind prelucrate în continuare în elementul de raport (38). La folosirea aparatului în regim „admis-respins" se trece comutatorul K_2 pe rînd în pozițiile „sus" se fixează din potențiometrul (P_1) limita superioară admisă, urmărind afișajul numeric ce arată valoarea ce se prescrie din potențiometru apoi se trece în poziția „jos", procedîndu-se identic pentru fixarea limitei inferioare. În

vederea trecerii aparatului în regim de lucru, comutatorul (K_2) se trece pe poziția „sondă". Depășirea uneia din cele două limite este semnalizată luminos de diodele (26) sau (27) și sonor de traductorul piezoelectric (28), aceste elemente de semnalizare găsindu-se montate în paralel atît pe placa (25) prinsă de sonda (S) cît și pe partea frontală a unității centrale de afișare (40), ceea ce ușurează lucrul în regim de control de serie a pieselor mici sau a pieselor de revoluție.

Caracteristicile tehnice de bază ale acestui durimetru sînt :

— energia de lovire . . . . . .5 N · mm
— diametrul penetratorului . . . 2, 5 mm
— natura penetratorului . . . .W_3C —1900 HV
— rugozitatea maximă a piesei încercate . . . . . .3 μm
— intervalul de măsurare (duritatea statică) . . . . . .80...1000 HV
— alimentare cu tensiune . . .3×4,5 V sau 220 V c.a
— masa (cu valiză) . . . . . .cca 10 kg.

II.1. *Varianta constructivă pentru încercarea de duritate pe piese mici*

În vederea încercării durității pieselor mici de serie mare a fost concepută o variantă constructivă cu un stativ mecanic cu deplasare pe care se prinde sonda (S) în poziție verticală, fig. 7, fig. 8. Stativul se comune dintr-un șurub (48) de strîngere a sondei (S) pe o traversă (49), rigidizată pe o coloană de susținere (50), fixată de un batiu (51) în care se mai găsește montat un sistem de deplasare pe verticală, format dintr-o pîrghie (52), niște roți dințate (53), (54) și o cremalieră (55), prinsă pe coloana de ghidare a unei platforme mobile (56), platformă ce poate fi înlocuită după caz și cu o prismă pentru încercări de duritate pe piese cilindrice.

Modul de lucru este următorul : se așază și se fixează manual piesa de încercat pe platforma (56), se apasă pe pîrghia (52) pînă cînd piesa atinge corpul de contact (17) al sondei (S). Lovitura penetratorului se declanșează prin intermediul contactului electric stabilit între piesa supusă încercării și corpul de contact (17) acestea fiind la polarități diferite și izolate electric între ele. Pentru asigurarea încercării în condiții identice, contactul electric realizat nu închide direct întrerupătorul (K) de pe circuitul tiristorului (Th), ci comandă un releu de timp, iar acesta, după o temporizare scurtă, comandă lovitura.

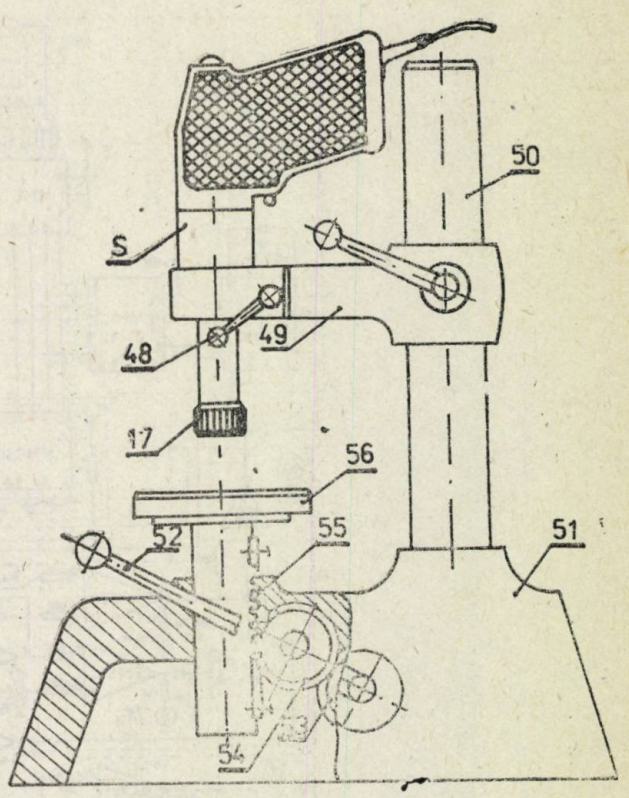


Fig. 7 — Variantă constructivă pentru încercări de serie pe piese mici

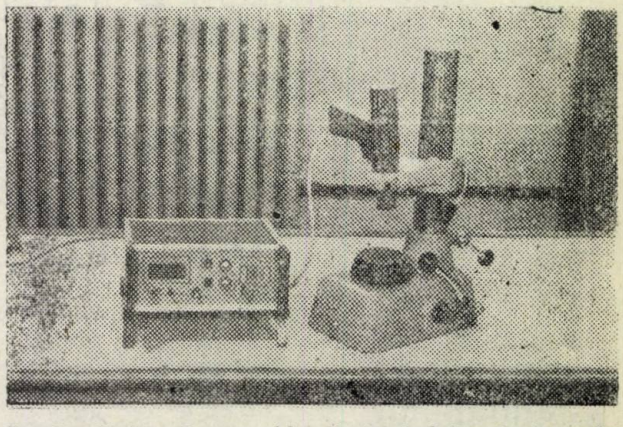


Fig. 8 — Vedere de ansamblu a durimetrului pentru încercări de serie pe piese mici

II.2. *Varianta constructivă pentru încercarea durității pe partea frontală a unor piese de revoluție*

Aparatul pentru determinarea durității prin șoc pe partea frontală a pieselor de revoluție, ce posedă două fețe plan paralele (inele de rulmenți, roți dințate, lagăre, bucșe etc.), fig. 9, este format din sonda (S) prinsă cu o clemă (57) și o piuliță specială (58), pe o traversă (59) ce se poate deplasa transversal pe un ghidaj „coadă de rîndunică" (60), prin acționarea unei roți cu manivelă (61) în vederea realizării

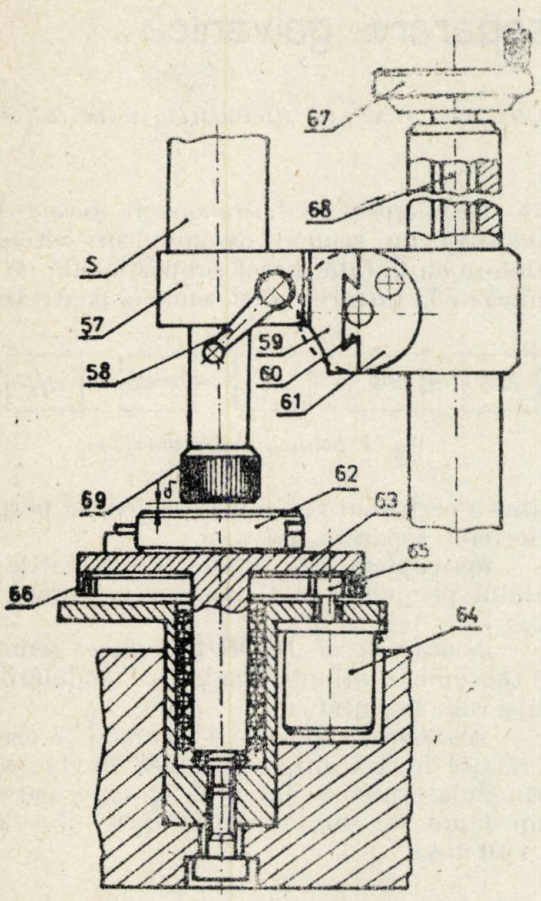


Fig. 9 — Variantă constructivă pentru încercări de duritate pe piese de revoluție

încercării de duritate pe direcții circulare la diverse diametre ale cercului, după care se face încercarea. Piesele (62) așezate pe o platformă (63) sînt rotite de către un motor pas cu pas (64) prin intermediul unei roți dințate (65) și a unei coroane dințate (66), deplasarea pe verticală realizîndu-se printr-o roată cu manivelă (67) prevăzută cu tambur micrometric și a unui șurub (68).

Modul de lucru este următorul : se coboară sonda (*S*) prin acționarea roții cu manivelă (67) pînă cînd corpul de contact (69), mai scurt cu 0,8 mm decît corpul (17), atinge piesa de încercat (62). Această atingere este semnalizată luminos de o diodă luminiscentă. Se ridică apoi întregul ansamblu mobil prin roata cu manivelă (67), cu o valoare egală cu 0,7 mm ; prin aceasta echipajul mobil are de parcurs aceeași distanță față de piesă ca și în cazul corpului de adaptare (17), în schimb este întrerupt contactul mecanic între corpul de contact (69) și piesa (62), permițînd rotirea celei din urmă, în vederea efectuării încercării în mai multe puncte pe circumferință, după o rotație unghiulară bine stabilită. Trebuie specificat că nerespectarea distanței de 0,1 mm duce la erori atît datorită unei energii cinetice necorespunzătoare cît și datorită faptului că lovitura nu se mai efectuează din poziție perfect perpendiculară. Referitor la poziția de lovire perpendiculară se poate spune că ea se realizează la execuția standard, deoarece axa echipajului mobil diferă cu un unghi de 1,25° față de axa de simetrie a corpului (15), astfel încît, deplasîndu-se după o lege circulară, echipajul mobil are în momentul impactului poziție perpendiculară pe piesa încercată.

Concluzii

Ca urmare a necesității de a dispune de un durimetru electronic cu sarcini dinamice mici, care să nu ducă la imprimarea sub forma unor urme plastice a penetratorului pe piesa de încercat, s-a conceput și executat de către autori un aparat care satisface acest deziderat. Folosirea ca senzor pentru energia de recul elastic a unui traductor accelerometric, precum și suspendarea elastică fără frecare a echipajului mobil, fac din acest aparat un mijloc de măsurare de precizie și cu mare rezoluție de citire. Concepția și forma constructivă, timpii mici de măsurare, permit folosirea acestui aparat în control de serie cu sortare pe principiul „admis-respins" sau chiar integrat pe linii de control automat în regim de control 100%. Partea electronică a aparatului dispune de interfețe, ceea ce permite cuplarea la microcalculatoare în vederea prelucrării electronice a datelor. Ca dezavantaj se menționează rugozitatea maximă admisă pentru piesele supuse încercării de numai 3 mm, aceasta fiind dictată din rațiuni de precizie și reproductibilitate a măsurărilor.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Weiler W.* ș.a., Härteprüfung an Metallen und Kunststoffen. Expert-Verlag 1990

[2] *Leeb D.*, Neues dynamisches Messverfahren zur Härteprüfung metallischer Werkstoffe, VDI—Berichte, Nr. 308—1978

[3] *Gutt Gh.*, Bericht über die Moglichkeit des Baues von dynamischen Härteprüfgeräten, Ludwigshafen 1991

[4] *Gutt Gh., Gutt S.*, Încercarea dinamică de duritate. Procedee și aparate. Ed. Tehnică, București (1991), în curs de apariție

[5] *Gutt Gh., Gutt S., Wulfmeyer H.*, Procedee și aparate portabile pentru încercarea de duritate în regim dinamic, Metrologie (1992), în curs de apariție

[6] *Gutt Gh.*, Brevet RO — 99352/1989

[7] *Gutt Gh.*, Brevet RO — 99481/1989

[8] *Gutt Gh.*, Brevet RO — 98566/1989

[9] *Gutt Gh.*, Brevet RO — 99632/1989

[10] *Gutt Gh.*, Brevet RO — 99347/1989

[11] *Gutt Gh.*, Brevet RO — 100246/1989.

Interfață de semnal unificat cu separare galvanică

RĂZVAN STĂNESCU, CORNELIU DRAGOMIR, RADU DRĂGUȘ*

Abstract: *The paper presents the block diagram as well as the detailed circuit diagram of an isolation interface used to connect a measuring instrument with D.C. voltage output (0...1V) to automatic measuring/controlling system with standard current (2 ... 10 mA). The interface has an overall relative error not exceeding 0, 1%.*

Résumé: *On présente la schéma bloc et la schéma de connexions d'une interface a séparation galvanique qui permet d'attacher un appareil de mesure avec une tension de sortie continue (0...1 V) à un système automatique de mesure et de contrôle a courant standard (2...10 mA). L'erreur de mesurage relative n'excède pas 0,1%.*

1. Introducere

În lucrare se prezintă realizarea unei interfețe cu separare galvanică care permite, în principiu, conectarea oricărui aparat de măsurat cu semnal de ieșire tensiune continuă la sistemele de măsurare și reglare automată cu semnal unificat de curent.

Utilitatea folosirii separării galvanice rezidă în posibilitatea preluării semnalului și prelucrării sale în proximitatea sursei de semnal fără introducerea unor perturbații datorate circuitelor de ieșire — care, deseori, sînt conectate cu alte aparate electronice sau de automatizare — , ca și în posibilitatea izolării electrice între intrare și ieșire.

Principalele avantaje ale interfeței care va fi descrisă în cele ce urmează sînt:

— permite conectarea la sistemele automatizate cu semnal unificat de curent (2 ... 10 mA);

— asigură eliminarea oricărui cuplaj galvanic cu circuitele de ieșire datorită transmiterii semnalului prin cuplaj optic între cele două părți ale interfeței;

— eroarea relativă globală de max. 0,1% comparabilă cu a unui sistem digital de 10 biți.

2. Descrierea funcțională a interfeței

Schema bloc a interfeței este prezentată în fig. 1.

Interfața este alcătuită din următoarele blocuri:

— *bloc condiționare semnal BCS*, care realizează o translatare a semnalului de intrare v_i în domeniul de liniaritate maximă a ansamblului modulator — optocuplor — demodulator;

— *modulatorul de impulsuri în durată MID* generează un semnal de impulsuri dreptunghiulare cu durată direct proporțională cu tensiunea de la intrare; acest semnal se poate trans-

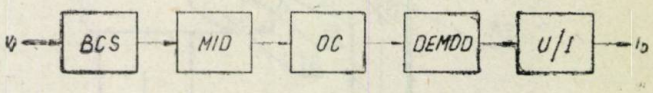


Fig. 1. Schema bloc a interfeței

mite cu perturbații mici între cele două părți ale interfeței separate galvanic;

— *optocuplorul OC* asigură transmiterea semnalului prin cîmp electromagnetic (cuplaj optic);

— *demodulatorul DEMOD* reface semnalul de tensiune continuă dinaintea modulării impulsurilor în durată;

— *conventrolul tensiune — curent U/I* asigură o relație liniară între tensiunea de la ieșirea demodulatorului și curentul i_0 care parcurge impedanța de sarcină astfel încît $i_0 = 2 \ldots 10$ mA.

3. Considerații asupra principiului de transmitere a semnalului prin optocuplor

Ca optocuplor se folosește ROL 63 C, un optocuplor de mare viteză de producție indigenă. Se preferă utilizarea unui astfel de optocuplor deoarece folosește o fotodiodă pin (fig. 2)

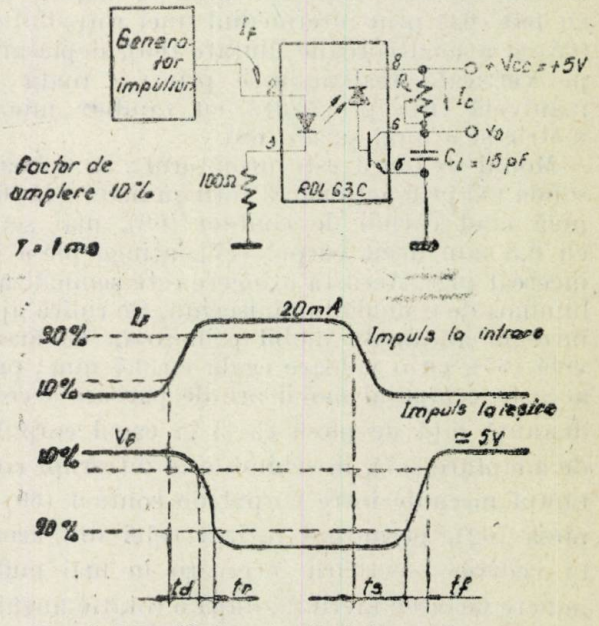


Fig. 2. ROL 63 C — circuit și forme de undă la măsurarea timpilor de comutare

*) Institutul Național de Metrologie, șos. Vitan Bîrzești nr. 11, sector 4, București.

ce prezintă o frecvență mare de lucru față de cea a unui fototranzistor al cărui răspuns este lent datorită capacității bază — colector care, avînd deja valoare relativ ridicată din cauza ariei mari a joncțiunii, este multiplicată cu cîștigul în tensiune al dispozitivului (efect *Miller*). Sensibilitatea redusă a fotodiodei, datorită ariei fotosensibile mici, este compensată de un amplificator cu tranzistor integrat pe același cip.

Caracterizarea unui optocuplor se face atît prin parametri specifici elementelor emițător/receptor de radiație, cît și printr-o serie de parametri specifici ansamblului celor două elemente care dau o imagine asupra modului în care se face cuplajul optic și asupra eficienței izolării galvanice intrare/ieșire. Parametrii care prezintă importanță în aplicația de față sînt:

— raportul de transfer în curent CTR (Current Transfer Ratio) definit ca raportul între curentul de ieșire și curentul de intrare, exprimat în procente:

$$\mathrm{CTR} = \frac{I_C}{I_F} \times 100\ (\%);$$

— tensiunea de izolație între intrare și ieșire V_{I-o}, definită ca diferența de potențial între intrare și ieșire pe care o poate suporta dispozitivul ; se măsoară în curent continuu, de regulă cu toate terminalele sursei de radiație legate între ele și cu toate terminalele fotodetectorului conectate de asemenea împreună;

— timpii de comutare ai optocuplorului, care interesează la lucrul cu semnale ce au fronturi abrupte; definirea lor se face foarte ușor grafic în fig. 2, unde avem următoarele semnificații: t_d — timp de întîrziere, t_r — timp de creștere, t_s — timp de stocare, t_f — timp de cădere.

Producătorul optocuplorului ROL 63 C dă următoarele valori tipice pentru caracteristicile electrice măsurate în condițiile circuitului test din fig. 2:

$$\mathrm{CTR} = 7\%$$

$$V_{I-o} = 2500\ \mathrm{V_{cc}}$$

$$t_r = 0{,}3\ \mu\mathrm{s}$$

$$t_f = 0{,}8\ \mu\mathrm{s}.$$

Din analiza valorilor timpilor de comutare date mai sus se pot desprinde cîteva concluzii:

— optocuplorul ROL 63 C la frecvențe de ordinul 10^3 Hz nu introduce întîrzieri apreciabile și nu alterează fronturile impulsurilor, astfel încît pentru transmiterea semnalului prin optocuplor se poate folosi modulația impulsurilor în durată în locul modulației în frecvență;

— datorită răspunsului bun la impulsuri se poate renunța la reacția negativă peste modulator — demodulator; folosind un modulator cu liniaritate crescută se poate asigura o eroare relativă globală de 0,1% a ansamblului modulator — optocuplor — demodulator.

4. Metode de micșorare a timpilor de comutare

O primă metodă de micșorare a timpilor de comutare este sortarea unui optocuplor cu răspuns bun la fronturi. Această metodă este scumpă și neeficientă.

Mult mai interesantă este operarea în comutație a tranzistorului de ieșire din optocuplor la limita intrării în regiunea de saturație. Astfel timpii de comutare ai tranzistorului (care intervin în timpii de comutare globali ai optocuplorului) scad. Așadar, conform fig. 2, avem

$$I_{C\,min,sat} = \frac{V_{CC} - V_{CE,sat}}{R_L}, \qquad (1)$$

unde $I_{Cmin,sat}$ este curentul de colector la limita intrării în regiunea de saturație, iar $V_{CE,sat}$ este tensiunea colector — emitor la saturație. Avînd în vedere că

$$I_C = I_F \cdot \mathrm{CTR},$$

iar CTR variază de la un exemplar la altul, valoarea adecvată a rezistentei R_L se stabilește experimental (prin vizualizare pe osciloscop a formei de undă de la ieșirea optocuplorului) astfel încît să satisfacă relația (1).

5. Schema electrică a interfeței

Schema electrică a interfeței (fig. 3) respectă structura bloc din fig. 1.

Ca bloc de condiționare a semnalului (BCS) se folosește un sumator neinversor realizat cu un amplificator operațional (CI_1), care dă următoarea tensiune la ieșire

$$v = \left(1 + \frac{P_{12}}{R_{12}}\right)\left(\frac{P_{11}}{R_{11} + P_{11}}\, v_i + \right.$$

$$\left. + \frac{R_{11}}{R_{11} + P_{11}}\, v_z\right). \qquad (2)$$

Modulatorul liniar de impulsuri în durată MID este realizat cu circuitul βE 555 (CI_3) conectat într-o schemă de monostabil, declanșat pe intrarea PJ cu impulsurile a căror lățime se modulează proporțional cu tensiunea de comandă v. Tensiunea modulatoare v se aplică pe terminalul C; în acest fel se modifică pragul comparatorului „SUS" din βE 555, care, în mod normal, avea valoarea $2/3V^+$. Pragul com-

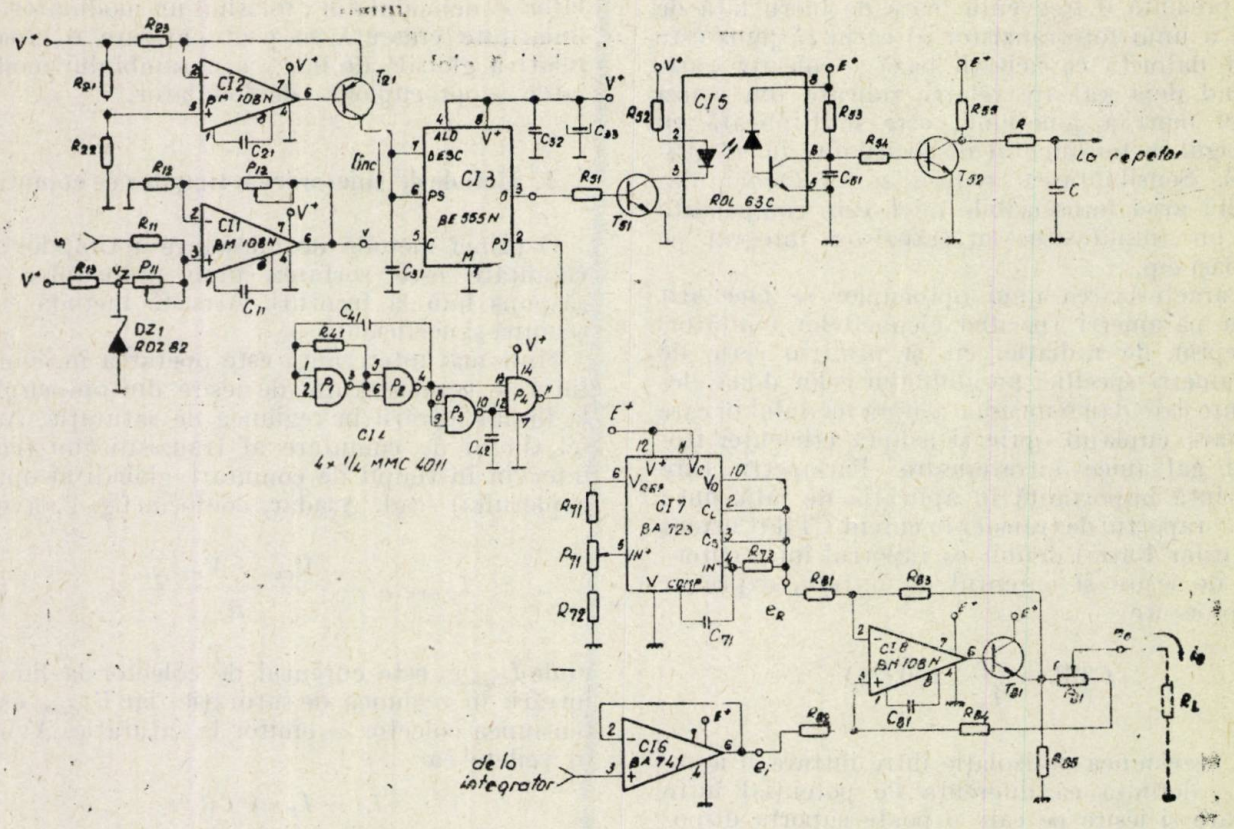


Fig. 3. Schema electrică a interfeței

paratorului „JOS" va fi și el modificat, dar acest fapt nu are mare importanță, în măsura în care impulsurile de declanșare coboară sub acest prag. La acest modulator se remarcă încărcarea cu curent constant a condensatorului C_{31}. Curentul I_{inc} este obținut de la o sursă de curent constant realizată cu CI_2. Rezultă o variație liniară a temporizării în funcție de mărimea semnalului aplicat pe intrarea C:

$$\tau = \frac{C_{31}}{I_{inc}} v, \qquad (3)$$

unde τ este durata impulsurilor modulate. Impulsurile de declanșare sînt date de un generator de impulsuri de durate mici format dintr-un monostabil (porțile P_3 și P_4 ale CI_4) declanșat de fronturile crescătoare furnizate de un astabil (porțile P_1 și P_2). Pentru o funcționare corectă a modulatorului este necesar să fie îndeplinită inegalitatea $T > \tau_{max}$, unde T este perioada impulsurilor de declanșare, iar τ_{max} durata maximă a impulsurilor modulate în durată; se alege $1/T = 2$ kHz. Trebuie remarcat că sursa de alimentare V^+ trebuie să fie bine stabilizată deoarece curentul de încărcare depinde direct de ea conform relației

$$I_{inc} = \frac{1}{R_{23}} \frac{R_{22}}{R_{21} + R_{22}} V^+, \qquad (4)$$

dependență care se transmite conform relației (3) și asupra duratei impulsurilor modulate.

Tranzistorul de ieșire din optocuplor (CI_5) lucrează în comutație la limita intrării în regiunea de saturație (se dimensionează corespunzător R_{53}). Pentru ca impulsurile de la ieșirea modulatorului să fie în fază cu cele de la intrarea demodulatorului se folosește etajul inversor realizat cu T_{52}.

Demodulatorul DEMOD este de fapt un integrator pasiv realizat cu rețeaua R, C. Acesta furnizează la ieșire un semnal de tensiune continuă:

$$e_i = \frac{\tau}{T} E^+. \qquad (5)$$

Convertorul tensiune curent U/I cu intrare diferențială folosește βM 108 (CI_8) și asigură proporționalitatea curentului de sarcină cu diferența de tensiune aplicată la intrare și independența lui față de valoarea impedanței de sarcină. Funcționarea convertorului se poate explica judecînd montajul ca o punte al cărei echilibru se obține dacă:

$$\frac{R_{83}}{R_{81}} = \frac{R_{84} + P_{81}}{R_{82}} \qquad (6)$$

În acest caz curentul de ieșire este:

$$i_o = \frac{R_{83}}{R_{81} \cdot r}(e_i - e_R), \qquad (7)$$

unde r este rezistența care rămîne în stînga cursorului potențiometrului P_{81} (fig. 3). Alegînd deci rezistențele R_{81}, R_{82}, R_{83} și R_{84} egale, de precizie și stabilitate termică corespunzătoare, rezultă că valoarea curentului de sarcină depinde doar de o singură rezistență, și anume r. Tensiunea e_R care polarizează intrarea inversoare circuitului βM 108 (CI_8) se folosește pentru obținerea valorii de început a intervalului de variație a curentului de ieșire; această tensiune trebuie să fie foarte bine stabilizată.

6. Rezultate experimentale

Interfața cu separare galvanică și semnal unificat de curent are următoarele caracteristici funcționale:

— intervalul de variație a tensiunii de intrare:

$$v_i = 0 \ldots 1 \text{ V};$$

— intervalul de variație a curentului de ieșire:

$$i_o = 2 \ldots 10 \text{ mA};$$

— frecvența impulsurilor modulate în durată:

$$f = 2\text{kHz};$$

— eroarea relativă de transmisie globală:

$$\pm 0{,}1\%.$$

BIBLIOGRAFIE

[1] *Bodea, M.* ș.a. Aparate electronice pentru măsurare și control, Editura didactică și pedagogică, București, 1985.

[2] *Manolescu, A. M.* ș.a. Circuite integrate liniare, Editura didactică și pedagogică, București, 1983.

[3] *Bodea, M., Vătășescu, A.* ș.a. Circuite integrate liniare, manual de utilizare, vol. 3, Editura tehnică București, 1984.

[4] *Nan, S.* ș.a. Dispozitive fotonice cu semiconductori, Editura tehnică, București, 1986.

Algoritm de calcul al puterii reactive în timp real

*MIRANDA NAFORNIȚĂ, IOAN NAFORNIȚĂ**

Abstract: *Starting from an estimation of the reactive power, there are proposed two algorithms for its calculus. The former uses a minimum number of samples. The latter increases by one the number of processed samples, achieving less severe conditionings for the computing time.*

Résumé: *On estime d'abord le pouvoir réactif et on propose deux algorithmes pour son calcul. Le premier algorithme utilise un nombre minime d'échantillons. Quand le nombre d'echantillons prélevés est augmenté d'une unité, on obtient des conditions moins sévères en ce qui concerne le temps du calcul.*

1. Introducere

Se propune în literatură o estimație pentru calculul puterii reactive [1, 2]:

$$\hat{Q} = \frac{2}{N^2}\sum_{k=0}^{N-1} u_k \left[\sum_{j=0}^{N-1} i_j \cdot \frac{\sin \pi \dfrac{(n+1)(j-k)}{N} \sin \pi \dfrac{(j+k)}{N}}{\sin \pi \dfrac{j-k}{N}}\right] \qquad (1)$$

* Universitatea Tehnică Timișoara, B-dul 30 Decembrie nr. 2

unde $N \geq 2n + 1$ [1]. N reprezintă numărul de eșantioane iar n numărul de armonici ale tensiunii.

Se notează cu F_c [1] funcția de ponderare a curentului:

$$F_c = \frac{\sin\left(\pi \dfrac{n+1}{N} c\right) \sin \pi \dfrac{n}{N} c}{\sin \pi \dfrac{c}{N}}, \quad c = j - k. \qquad (2)$$

Cu notația (3), relația (2) devine [2]:

$$\hat{Q} = \frac{2}{N^2}\sum_{k=0}^{N-1} u_k \left[\sum_{j=0}^{N-1} i_j F_c\right]. \qquad (3)$$

Se relevă în [2] cîteva proprietăți ale funcției F_c care permit reducerea numărului de multiplicări necesare pentru calculul puterii reactive. Pentru măsurarea în timp real a puterii reactive este necesar ca timpul de calcul al relației (3) să fie mai mic decît T. Sînt necesare $N^2 + N$ operații de înmulțire și tot atîtea de însumare. Multiplicarea corespunzătoare la $j = k$ ar pu-

tea fi evitată, pentru că $F_0 = 0$, dar e posibil ca N operații de testare a indicelui funcției F_c să dureze mai mult decît o multiplicare și o însumare.

Datorită cuantizării eșantioanelor de tensiune, curent și a valorilor funcției F, apare factorul de scară $(\Delta u \cdot \Delta i \cdot \Delta f)$, unde Δu, Δi și Δf sînt cuantele de tensiune, de curent, respectiv ale funcției F_c. Înmulțirea cu factorul $2/N^2$ presupune doar deplasări dacă $2/N^2$ este o putere a lui 2. Dacă nu este o putere a lui 2 se execută o singură înmulțire cu $(\Delta u \cdot \Delta i \cdot \Delta f) \cdot 2/N^2$.

2. Algoritm de calcul a puterii reactive, cu un număr minim de eșantioane, $N = 2n + 1$

Algoritmul este prezentat în figura 1. Se notează :

$$S = \sum_j i_j F_c ; \quad SQ = \sum_k u_k \left(\sum_j i_j F_c \right) = \sum_k u_k S. \qquad (4) ; (5)$$

SQ se anulează la începutul măsurării, iar S la începutul unui ciclu după k. Eșantionarea decurge fără participarea procesorului, care așteaptă sfîrșitul acestui eveniment. Se cuantizează apoi eșantioanele de tensiune u_k și de curent i_k. Eșantionul i_k se introduce în lista eșantioanelor de curent LC, la locația fixată de indicele k. Lista LC cuprinde N eșantioane, find memorată totodeauna o perioadă a undei de curent. Înlocuirea în listă se face succesiv, eșantion cu eșantion.

Urmează apoi calculul indicelui $c = j - k$ pentru apelarea eșantionului F_c din lista F a funcției de ponderare. Indicele poate fi pozitiv sau negativ. Știind că $F_{-c} = -F_c[1]$, s-ar putea reduce lista F la jumătate. Dar în acest caz este necesară testarea semnului indicelui c și schimbarea semnului funcției F_c, dacă c este negativ, operații care duc la creșterea timpului de calcul. Se preferă deci memorarea listei F cu $2N + 1$ eșantioane, avînd în vedere costul scăzut al memoriilor ROM.

Se realizează apoi produsul $F_c \cdot i_j$, cu eșantionul i extras din lista de curent și produsul obținut se adună la conținutul acumulatorului S. Se ciclează de N ori, funcție de indicele j. Se face apoi produsul între S și ultimul eșantion u_k. Se adună acest produs $S \cdot u_k$ la conținutul acumulatorului SQ. Operațiile din ciclul corespunzător indicelui j și cele dintr-o singură parcurgere a ciclului corespunzător indicelui k trebuie să aibă o durată mai mică decît T/N.

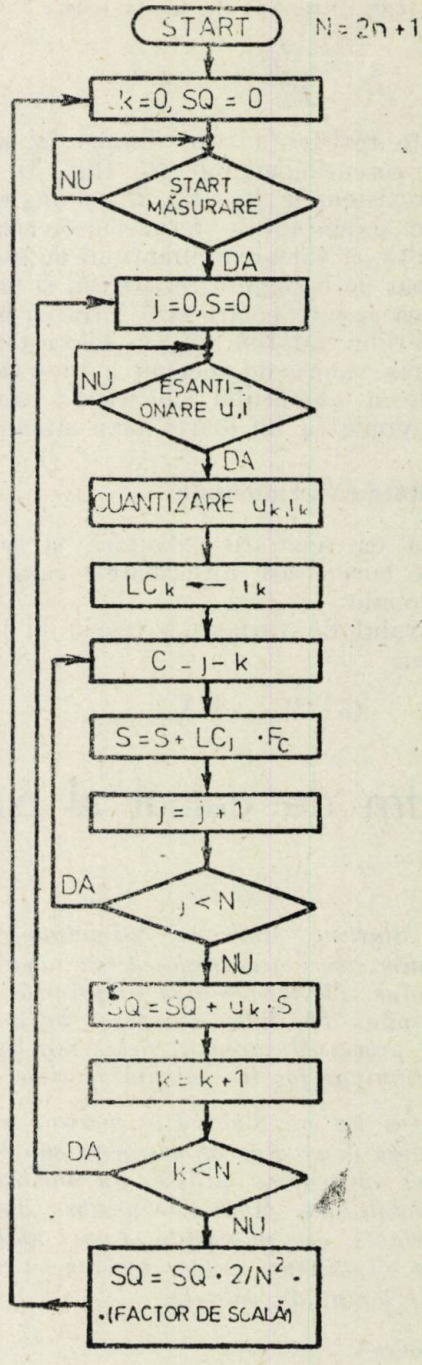


Fig. 1 Algoritm de calcul a puterii reactive cu $N = 2n+1$ eșantioane pe perioadă.

Se ciclează corespunzător indicelui k de N ori. Se scalează, se face conversia binar — BCD și se afișează.

Scalarea și conversia binar — BCD sînt complicate. Ele pot fi eventual preluate de un al doilea procesor, care ar putea prelua și sarcina realizării sincronizării.

Pentru calculul lui SQ sînt necesare $N^2 + N$ înmulțiri și tot $N^2 + N$ acumulări. Notînd cu

t_m timpul necesar unei multiplicări și t_s timpul necesar unei acumulări, este nevoie ca :

$$(N^2 + N)(t_m + t_s) < T. \qquad (6)$$

Se neglijează durata celorlalte operații. Pentru $n = 15$, $N = 31$ rezultă $(t_m + t_s) < 20{,}16$ μs valoare ce determină alegerea structurii de calcul.

3. Algoritm de calcul al puterii reactive lucrînd cu $N = 2n + 2$ eșantioane

Dacă $N = 2n + 2$, și c este par, $F_c = 0$ [1]. În figura 2 se prezintă algoritmul propus pentru această situație. Față de primul algoritm apare în plus o testare a parității indicelui c, în ciclul după j. Se lungește puțin durata ciclului dar se elimină practic jumătate din operațiile de multiplicare și adunare din ciclu. Lista eșantioanelor de curent LC conține tot N locații, dar lista F_c conține numai $N/2$ locații, cele corespunzătoare lui c impar. Dacă $n = 2p + 1$, F_c are $n + 1$ valori nenule pentru c pozitiv și tot atîtea pentru c negativ. În total vor fi N valori nenule față de $2N + 1$ cîte erau în cazul anterior. În ciclul indicelui k se mai efectuează N operații de multiplicare și N sume. În total sînt deci necesare $2(n + 1)(n + 2)$ operații de multiplicare și tot atîtea de însumare. Considerăm același exemplu : $n = 15$ dar $N = 32$. Relația (6) devine :

$$2(n + 1)(n + 2)(t_m + t_s) < T. \qquad (7)$$

Rezultă $t_m + t_s < 36$, 76 μs, o valoare considerabil mai mare decît în exemplul precedent.

Dacă $n = 2p$ se poate introduce, eventual, o testare suplimentare a indicelui c, știind că $F_{n+1} = 0$. În acest caz lista F va conține $N - 1$ valori nenule și sînt necesare $2n(n + 1)$ operații de multiplicare, respectiv însumare pentru obținerea sumelor S. Li se adaugă $2n + 2$ produse, respectiv însumări pentru obținerea sumei SQ. Secvența de testare lungește timpul. Rămîne la latitudinea proiectantului alegerea soluției cu o operație de multiplicare și însumare suplimentară respectiv cu repetarea de N ori a operației de testare. Pentru n par relația (6) devine :

$$2(n + 1)^2(t_m + t_s) < T. \qquad (8)$$

Dacă $n = 16$, $N = 34$ rezultă $t_m + t_s < 34{,}6$ μs.

În figura 2 este prezentată și modificarea ce trebuie adusă organigramei dacă se optează pentru eliminarea multiplicării cu F_{n+1}.

4. Concluzii

Lucrul cu $2n + 2$ eșantioane adoptat în al doilea algoritm reprezintă o soluție ce permite, cu același echipament, ridicarea esențială a numărului de armonici din undele de tensiune și curent ce pot fi prelucrate.

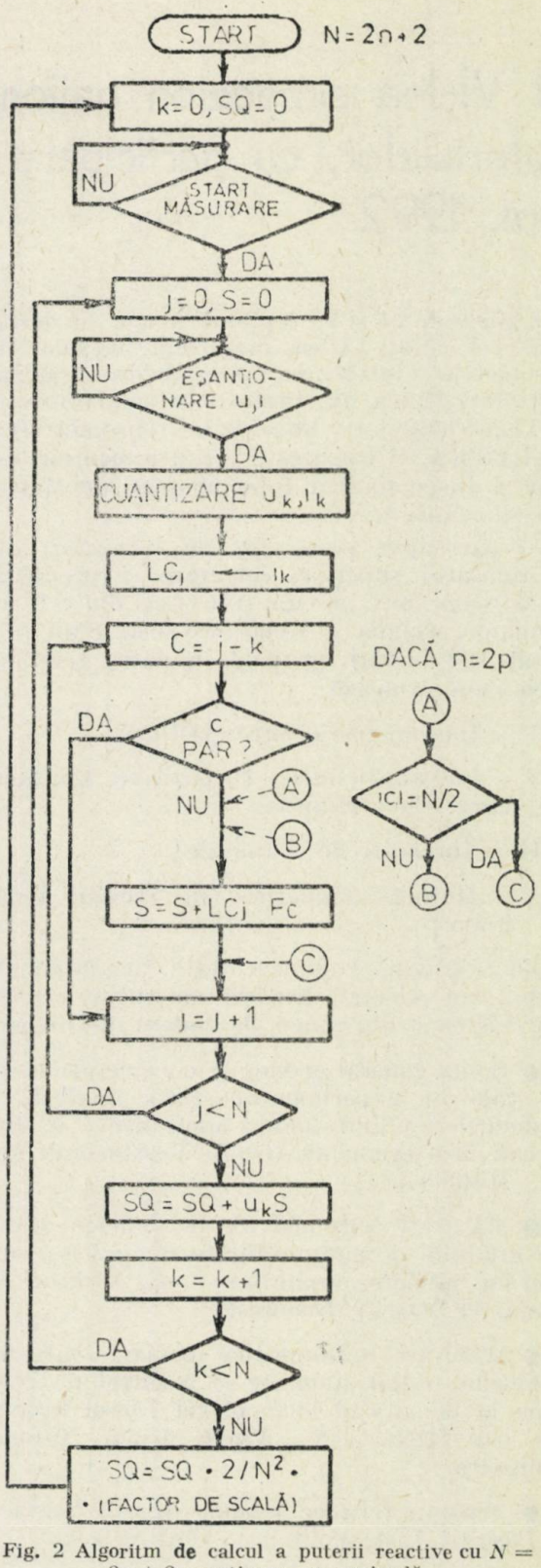


Fig. 2 Algoritm de calcul a puterii reactive cu $N = 2n + 2$ eșantioane pe perioadă.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Nafornița M.*, Contribuții la măsurarea numerică a puterii reactive în regim periodic nesinusoidal, Teză de doctorat, IPTVT, 1983.

[2] *Nafornița M.*, Estimații și erori de eșantionare în măsurarea puterii reactive, Simpozionul național de metrologie, 1981.

Al VI-lea simpozion naţional de tensometrie şi încercarea materialelor, cu participare internaţională, Craiova, 24–25 sept. 1992

În zilele de 24 şi 25 septembrie a.c. s-a desfăşurat cel de-al VI-lea simpozion naţional de tensometrie şi încercarea materialelor, organizat de Universitatea din Craiova în colaborare cu ARTENS (Asociaţia Română de Tensometrie) şi INCERTRANS Bucureşti. Printre sponsori s-a aflat şi Inspectoratul Interjudeţean de Metrologie din Craiova.

Au participat peste 200 de specialişti din învăţământul superior, cercetare şi producţie din întreaga ţară, precum şi invitaţi din S.U.A., Germania, Anglia şi Ceho-Slovacia. S-au prezentat 123 lucrări, grupate în patru secţiuni, după cum urmează:

I — Tensometrie electrorezistivă

II — Fotoelasticitate. Dispozitive tensometrice. Biomecanică

III — Încercări de materiale

IV — Metode numerice în studiul tensiunilor.

Din cele două volume editate, însumînd 846 pagini, am selectat următoarele titluri ce suscită interes şi din punct de vedere metrologic:

● Some general economic considerations on the role of experimental stress analysis in product design and quality assurance — *G. Haberzettl*, Measurements Group Messtechnik Gm bH, München.

● Măsurări tensometrice în vederea stabilirii gradului de adaptabilitate dinamică a susţinerilor miniere mecanizate — *E. Medveş, M. Ioniţă*, IPROMIN Bucureşti.

● Măsurări tensometrice pentru evaluarea cuplurilor osiilor montate şi a forţei de tracţiune la demarajul locomotivei Diesel hidraulice 040—DHC — *N. Neguţ*, Univ. Tehnică Timişoara.

● Tensiuni termice în şinele de cale ferată — *I. Păstrăv*, Inst. Politehnic Cluj-Napoca.

● Despre variaţia cîmpului de tensiuni din cămăşile de cilindri sub influenţa forţei gazelor — *I. Szava, Fl. Sperchez, Gh. Bobescu*, Univ. Transilvania Braşov.

● Determinări experimentale la hidroagregate de tip bulb — *C. V. Câmpian, V. Avram, St. Zsembinszki, T. Neda*, U.C.M. Reşiţa.

● Tensometria dinamică a cadrului boghiului de metrou — *V. Şerban*, INCERTRANS Bucureşti.

● Ein neues Konzept des komplexen Prüfung von Drehmomentaufnehmer mit hohen Genauigkeitsanforderungen — *D. Peschel*, PTB — — Leiter Laboratorium für Drehmoment, Berlin.

● Instalaţie cu traductor magnetoelastic pentru măsurarea forţei de tracţiune la locomotive — *I. Manea, K. Sassler*, I.C.M.E.T. Craiova.

● Traductor de forţă hibrid — *E. Marinescu*, Univ. Craiova; *A. Marinescu*, I.C.M.E.T. Craiova.

● Măsurări de cupluri şi tensiuni pe piese în rotaţie — *D. M. Ştefănescu, M. Găvan, V. Tudor*, Institutul Politehnic Bucureşti.

● Maşină etalon pentru cuplul de 200 N · m — *N. Fântânaru*, I.N.M. Timişoara; *A. Kaurek*, firma Walter Schmidt, Germania.

● Captor electrotensometric pentru măsurarea forţelor şi momentelor la ascuţirea creioanelor — *V. Maiorescu, I. Curtu, O. Mihăescu*, Univ. Transilvania Braşov.

● Comportarea la solicitări variabile a unui oţel naval — *L. Palaghian, S. Ciortan*, Univ. Galaţi; *A. Spiratos*, ICEPRONAV Galaţi.

● Determinarea stării de tensiune dintr-o conductă de gaz metan de mari dimensiuni — *M. Gh. Munteanu, Fl. Sperchez*, Univ. Braşov.

● Model fotoelastic pentru aprecierea stării de tensiuni din unele lagăre cu alunecare — *T. Huidu, Al. Popa, E. Şovărel*, Institutul de Petrol şi Gaze Ploieşti.

● Studiu fotoelastic privind osteosinteza fracturilor diafizare — *H. Elefterescu*, Facultatea de Medicină Veterinară Bucureşti; *N. Iliescu, I. Constantinescu*, Inst. Politehnic Bucureşti.

● Automatizarea procesului de încercare la maşina metrologică de forţă — *D. Popa, F. Iacobescu, I. Dumbravă*, I.C.M.E.T. Craiova

În plenul simpozionului Alumni Professor *C.W. Smith* de la Virginia Polytechnic Institute, U.S.A. a prezentat o comunicare despre utilizarea metodelor optice în mecanica ruperilor. De asemenea, au fost programate două evocări in memoriam acad. **Ștefan Nădășan** (1901—1967) și respectiv prof. **C. C. Teodorescu** (1892—1972).

În cadrul expoziției de aparatură, dispozitive și tehnici de încercare electrorezistive, sau în conferințe de specialitate și comerciale, și-au prezentat realizările următoarele firme :

— I.C.M.E.T. Craiova — traductoare magnetoelastice de forțe și sisteme de cîntărire.

— I.C.E. București — aparatură tensometrică și pentru măsurarea vibrațiilor.

— Centrul de Încercări în Zbor Craiova — sistem de achiziție și prelucrare a datelor pe calculator.

— Vishay Measurements Group — mărci tensometrice și materiale fotoelastice.

— Hottinger Baldwin Messtechnik — noul amplificator digital MGC pentru întreaga gamă de traductoare utilizate în măsurarea mărimilor mecanice.

— Erichsen — traductoare mecanice, hidraulice și electrotensometrice de forțe și mașini de încercat materiale.

Programul a inclus o masă festivă la Casa Armatei din Craiova și o interesantă excursie în județul Gorj. Taxa de participare a fost de 500 lei de persoană.

Dan — Mihai Ștefănescu

Institutul Coreean de Etaloane și Știință

„Statul va constitui Sistemul Național de Etaloane" — se prevede în alin. 2 art. 127 al Constituției Republicii Coreea. În 1975 a fost fondat Institutul de cercetare pentru etaloane din Coreea (KSRI), denumit ulterior (în 1991) „Korea Researsh Institute of Standards and Science" (KRISS), subordonat Ministerului științei și tehnologiei. În prezent el constituie institutul național de etaloane, incluzînd „Institutul de științe spațiale și astronomie" și „Centrul de științe fundamentale al Coreei".

KRISS este amplasat în apropierea capitalei, într-o regiune foarte frumoasă, de dealuri, ocupă o întindere de cca. 33 000 m² (suprafața desfășurată a clădirilor) și are cca. 600 salariați. În plus, este dotată cu apartamente (3600 m²), cămin (1400 m²) și casă de oaspeți (1100 m², în proiect).

KRISS este condus de un președinte, pe lîngă care există un Consiliu de împuterniciți și un Corp de auditori.

Principalele atribuții ale KRISS sînt :

- Conservarea și îmbunătățirea etaloanelor naționale (cercetare/dezvoltare, comparații internaționale).
- Transmiterea unităților de măsură (etalonări, dezvoltarea/diseminarea materialelor de referință certificate și a datelor de referință).
- Cercetare/dezvoltare asupra tehnologiilor de măsurare) (noi tehnologii de măsurare, elaborarea de metode de măsurare).
- Sprijin tehnic pentru industrie (formare) perfecționare, consultanță în domeniul măsurărilor, dezvoltare/remediere de aparate de înaltă exactitate).

Institutul cuprinde 10 secții, printre care :

● Metrologie mecanică ● Metrologie electromagnetică ● Metrologie cuantică ● Chimie analitică ● Instrumentaţie de precizie ● Asistenţă tehnică şi instrumentală ● Astronomie optică ● Radioastronomie. În KRISS mai sînt incluse : ● Centru de evaluare a materialelor ● Departament de planificare şi manegement al cercetării ● Observatorul astronomic al Coreei ● Centrul de ştiinţă fundamentală al Coreei. Mai funcţionează în cadrul institutului şi un comitet de avizare pentru activitatea de cercetare/dezvoltare.

Dotarea institutului cu utilaje, aparatură şi etaloane este foarte bogată şi la nivel înalt. Exemple de asemenea dotări : interferometre cu laser utilizate cu etaloane de lungime ; comparatoare de masă pînă la 5000 kg ; etalon Josephson pentru tensiune electrică ; etalon bazat pe efectul Hall cuantic pentru rezistenţă electrică ; etaloane atomice de timp şi frecvenţă ; etaloane de temperatură de la 1,5 K la 3500 K ; spectrometre de masă ; cameră anecoică pentru măsurări acustice.

* * *

Abonamentele pentru anul 1993 la revista **"Metrologie"** *se fac pe adresa Institutul Naţional de Metrologie, şos. Vitan Bîrzeşti nr. 11 sector 4 cod. 75699, Bucureşti, în contul de virament nr. 30.98.0.02.01, BCR filiala sector 4.*

Revista apare trimestrial, iar costul abonamentului anual este de 600 lei.

NOI REGLEMENTĂRI LEGALE ÎN DOMENIUL STANDARDIZĂRII, METROLOGIEI ȘI PROTECȚIEI CONSUMATORILOR

Începînd cu data de 28 august 1992 au intrat în vigoare următoarele ordonanțe și hotărîri ale guvernului României : [1]

— Ordonanța nr. 18 din august 1992, privind încetarea activității Comisiei Naționale pentru Standarde, Metrologie și Calitate

— Ordonanța nr. 19 din 21 august 1992, privind activitatea de standardizare în România

— Ordonanța nr. 20 din 21 august 1992, privind activitatea de metrologie

— Ordonanța nr. 21 din 22 august 1992, privind protecția consumatorilor

— Hotărîrea nr. 481 din 24 august 1992, privind organizarea și funcționarea Biroului Român de Metrologie Legală

— Hotărîrea nr. 482 din 24 august 1992, privind organizarea și funcționarea Oficiului pentru Protecția Consumatorilor

— Hotărîrea nr. 483 din 24 august 1992 privind funcționarea Institutului Român de Standardizare, ca organ de specialitate al administrației publice centrale în domeniul standardizării

— Hotărîrea nr. 484 din 24 august 1992, pentru modificarea Hotărîrii Guvernului nr. 767/1991 privind coordonarea activității unor structuri din cadrul Guvernului și a unor organe specializate.

Prin aceste acte normative se prevăd noi reglementări în domeniile vizate și se reconstituie noi organisme cu atribuții în aceste domenii. Concomitent, sînt abrogate legi și hotărîri anterioare, cum sînt : Legea nr. 20/1984 (parțial), Legea nr. 27/1978, Legea nr. 4/1989 și Hotărîrile Guvernului nr. 335/1990, 545/1991, 143/1990, 163/1991, 602/1991 precum și altele.

În continuare, publicăm integral ordonanțele nr. 19/1992, nr. 20/1992 și hotărîrea nr. 481/1992, care prezintă interes pentru activitatea de metrologie.

GUVERNUL ROMANIEI

ORDONANȚĂ

privind încetarea activității Comisiei Naționale pentru Standarde, Metrologie și Calitate

În temeiul art. 107 alin. (3) din Constituția României și al Legii. nr. 81/1992,

Guvernul României emite următoarea ordonanță :

Art. 1. — Pe data prezentei ordonanțe, Comisia Națională pentru Standarde, Metrologie și Calitate se reorganizează în organe de specialitate ale administrației publice centrale, după cum urmează :

a) Institutul Român de Standardizare ;

b) Biroul Român de Metrologie Legală ;

c) Oficiul pentru Protecția Consumatorilor.

Pe aceeași dată, Institutul Național de Metrologie trece în subordinea Biroului Român de Metrologie Legală.

Art. 2. — Guvernul, prin hotărîre, va dispune organizarea și funcționarea în subordinea sa a organelor de specialitate prevăzute la art. 1 lit. a) — c).

Comisia Națională pentru Standarde, Metrologie și Calitate își încetează activitatea. Decretul nr. 86 din 1 februarie 1990 privind organizarea Comisiei Naționale pentru Standarde, Metrologie și Calitate se abrogă.

PRIM-MINISTRU

THEODOR STOLOJAN

Contrasemnează :
Ministrul industriei,
Dan Constantineseu
Secretar de stat în Departamentul pentru Strategia Reformei și Integrare Economică
Bujor-Bogdan Teodoriu

București, 21 august 1992.
Nr. 18.

[1] Publicate în Monitorul Oficial al României, partea I, anul IV nr. 212, 28 august 1992.

GUVERNUL ROMANIEI

ORDONANȚĂ
privind activitatea de metrologie

În temeiul art. 107 alin. (3) din Constituția României și al Legii nr. 81/1992,

Guvernul României emite următoarea ordonanță :

CAPITOLUL I

Dispoziții generale

Art. 1. — În România, în toate domeniile de activitate, se utilizează unitățile de măsură legale, stabilite de prezenta ordonanță.

Unitățile de măsură folosite pe teritoriul României sînt obligatorii și pentru importuri.

Art. 2. — Pentru asigurarea exactității și uniformității măsurărilor, toate mijloacele de măsurare aflate pe teritoriul țării vor utiliza, ca referință unică, Sistemul național de etaloane al României.

Art. 3. — În vederea protejării persoanelor fizice și juridice împotriva efectului nociv al unor măsurări incorecte sau false, mijloacele de măsurare și măsurările din domeniile de interes public cum sînt : relațiile și tranzacțiile comerciale, supravegherea traficului de mărfuri și persoane, protecția muncii și a mediului, sănătatea publică, fabricarea și controlul medicamentelor, operațiunile fiscale și poștale, expertizele judiciare și altele, sînt supuse obligatoriu controlului metrologic al statului.

Art. 4. — Cadrul tehnico-organizatoric pentru asigurarea utilizării unităților de măsură legale, a racordării etaloanelor și verificărilor metrologice la Sistemul național de etaloane și a controlului metrologic al statului se stabilește potrivit prevederilor prezentei ordonanțe.

Art. 5. — Politica statului în domeniul metrologiei se realizează de Guvern prin Biroul Român de Metrologie Legală, organ de specialitate al administrației publice centrale, subordonat acestuia.

CAPITOLUL II

Unități de măsură

Art. 6. — În România se utilizează unitățile de măsură aparținînd Sistemului Internațional de Unități, simbolizat SI, adoptat de Conferința Generală de Măsuri și Greutăți și recomandat de Organizația Internațională de Metrologie Legală.

Art. 7. — Unitățile de măsură legale sînt cele prevăzute în anexa nr. 1, care face parte integrantă din prezenta ordonanță.

Denumirile, simbolurile și definițiile unităților de măsură legale și ale multiplilor și submultiplilor lor, regulile de formare și utilizare a acestora, factorii de transformare în unități SI a unităților de măsură legale care nu fac parte din SI și, după caz, domeniile în care acestea pot fi utilizate se stabilesc prin hotărîre a Guvernului.

Art. 8. — În cazul contractelor pentru export, la cererea partenerilor externi, agenții economici pot folosi și alte unități de măsură convenite între părți.

CAPITOLUL III

Mijloace de măsurare

Art. 9. — Constituie mijloace de măsurare toate măsurile, aparatele, dispozitivele, instalațiile, precum și mostrele de materiale și substanțe care materializează și conservă unități de măsură și furnizează informații de măsurare.

Art. 10. — Mijloacele de măsurare trebuie să indice rezultatele măsurărilor în unități de măsură legale și să corespundă condițiilor de funcționare și prescripțiilor metrologice aprobate.

Art. 11. — Toți utilizatorii au obligația și răspund de asigurarea exactității, buna întreținere, funcționarea corectă și trasabilitatea mijloacelor de măsurare pe care le folosesc în cadrul activității lor.

CAPITOLUL IV

Sistemul național de etaloane și transmiterea unităților de măsură

Art. 12. — Mijloacele de măsurare destinate să definească, să realizeze, să conserve sau să reproducă unitățile de măsură, în scopul de

a le transmite altor mijloace de măsurare, sînt etaloane.

Etaloanele care prezintă cele mai înalte performanţe metrologice în domeniul respectiv sînt etaloane primare.

Etaloanele primare ale mărimii respective, recunoscute prin hotărîre a Guvernului ca bază unică legală pentru reproducerea, conservarea şi transmiterea unităţilor de măsură tuturor celorlalte etaloane din România, sînt etaloane naţionale şi reprezintă bunuri publice.

Etaloanele naţionale împreună cu celelalte etaloane atestate din România formează — prin unicitate şi structură unitară pe niveluri de exactitate — Sistemul naţional de etaloane şi constituie baza ştiinţifică, tehnică şi legală, de referinţă, a tuturor măsurărilor efectuate pe întreg teritoriul ţării, precum şi în relaţiile economice şi tehnico-ştiinţifice cu alte ţări.

Art. 13. — În scopul asigurării uniformităţii, exactităţii şi legalităţii măsurărilor, mijloacele de măsurare sînt cuprinse obligatoriu în acţiunea de transmitere a unităţilor de măsură. Transmiterea unităţilor de măsură se realizează prin etalonare sau verificare metrologică, pornind de la etaloanele primare, prin niveluri succesive de exactitate folosind celelalte etaloane, pînă la mijloacele de măsurare de lucru, potrivit standardelor şi normelor de metrologie emise conform legii.

Transmiterea unităţilor de măsură se efectuează de către laboratoare de metrologie şi persoane autorizate, în condiţiile prezentei ordonanţe.

Art. 14. — Etaloanele naţionale sînt deţinute, perfecţionate, conservate şi utilizate de instituţii specializate, stabilite prin hotărîre a Guvernului.

Atestarea, conservarea, compararea cu etaloanele naţionale ale altor state şi racordarea la etaloanele internaţionale se fac conform instrucţiunilor de metrologie legală, emise potrivit dispoziţiilor prezentei ordonanţe.

CAPITOLUL V

Controlul metrologic al statului

Secţiunea 1

Controlul metrologic al mijloacelor de măsurare

Art. 15. — Se supun obligatoriu controlului metrologic al statului etaloanele corespunzătoare oricărui nivel de exactitate şi categoriile de mijloace de măsurare de lucru, destinate utilizării în domeniile de interes public, prevăzute în anexa nr. 2 la prezenta ordonanţă.

Art. 16. — Controlul metrologic al statului se exercită, în condiţiile prevăzute de instrucţiunile de metrologie legală, prin următoarele modalităţi:

a) autorizări;
b) aprobări de model;
c) avizul de punere în funcţiune a unor categorii de mijloace de măsurare;
d) etalonări;
e) verificări metrologice iniţiale ale mijloacelor de măsurare noi;
f) verificări metrologice periodice ale mijloacelor de măsurare în serviciu;
g) verificări metrologice după reparare sau modificări;
h) verificări şi testări inopinate în locurile unde se utilizează mijloace de măsurare;
i) supravegherea metrologică.

Art. 17. — Pentru fiecare din categoriile de mijloace de măsurare prevăzute în anexa nr. 2, cu excepţia celor prevăzute în art. 12 alin. 2, Biroul Român de Metrologie Legală elaborează şi difuzează norme de metrologie legală, care definesc caracteristicile tehnice ale mijloacelor de măsurare, condiţiile de exactitate pe care trebuie să le satisfacă, metodele de verificare metrologică a acestora, intervalul de timp optim între două etalonări sau verificări periodice succesive, precum şi modalităţile de control de la art. 16, care le sînt aplicabile.

Art. 18. — Mijloacele de măsurare care au corespuns la controlul metrologic al statului devin mijloace de măsurare legale. Această calitate se atestă prin documente specifice şi, după caz, prin mărci metrologice de stat: marca metrologică de model şi marca metrologică de verificare.

Marca metrologică de model este semnul distinctiv care, aplicat pe un mijloc de măsurare, atestă conformitatea acestuia cu modelul aprobat.

Marca metrologică de verificare este semnul distinctiv care, aplicat pe un mijloc de măsurare după verificarea metrologică, atestă că acesta este un mijloc de măsurare legal.

Mărcile metrologice aplicate sub formă de sigiliu sînt supuse dispoziţiilor legale referitoare la sigiliile statului şi beneficiază de aceeaşi protecţie juridică.

Metodologia eliberării documentelor specifice şi a investirii cu mărci metrologice de stat a mijloacelor de măsurare legale se stabileşte prin instrucţiuni de metrologie legală.

Art. 19. — Mijloacele de măsurare care nu au corespuns la controlul metrologic al statului nu au calitatea de mijloace de măsurare legale şi, ca urmare, utilizarea lor este interzisă. Deţinătorii acestor mijloace de măsurare sînt obligaţi să le scoată din uz sau, după caz, să le modifice sau să le repare.

Dacă se constată utilizarea de mijloace de măsurare nelegale, acestea sînt sigilate şi, după caz, confiscate. În cazul săvîrşirii vreunei infracţiuni, se iau măsuri să nu dispară urmele infracţiunii, corpurile delicte şi orice alte mijloace de probă, potrivit prevederilor Codului de procedură penală, şi sînt sesizate organele de urmărire penală.

Art. 20. - Controlul metrologic al statului asupra mijloacelor de măsurare se exercită de către Biroul Român de Metrologie Legală, prin personal propriu împuternicit sau, după caz, prin laboratoare de metrologie autorizate de acesta.

Secţiunea a 2-a

Controlul metrologic al măsurărilor

Art. 21. — Se supun controlului metrologic al statului măsurările care se încadrează în următoarele categorii :

a) măsurările efectuate în cadrul unor tranzacţii comerciale sau măsurările pe baza cărora se stabilesc costuri pentru utilităţile publice, tarife, taxe, daune, impozite şi altele ;

b) măsurările efectuate asupra unor mărimi ce afectează interesele cetăţenilor, cum sînt : concentraţia de zahăr şi concentraţia de alcool în băuturi, concentraţia de grăsimi în lapte şi unt, masa hectolitrică şi umiditatea cerealelor, viteza autovehiculelor, concentraţia alcoolică din sînge şi altele ;

c) măsurările efectuate asupra unor mărimi ce afectează sănătatea publică sau protecţia mediului, cum sînt : poluanţii organici şi metalici din apă, poluanţii din pesticide şi alte substanţe toxice, gazul de eşapament al autovehiculelor, conţinutul de noxe din atmosferă etc. ;

d) măsurările care privesc produsele şi mărfurile care se livrează şi se vînd preambalate, conţinînd cantităţi determinate, indicate prin etichetare sau sub altă formă ;

e) alte măsurări din domeniile care pot afecta sănătatea şi securitatea persoanelor şi protecţia mediului.

Pentru domeniile în care se utilizează aceste categorii de măsurări, Guvernul, prin organismele sale specializate, va elabora reglementări specifice.

Art. 22. — Controlul metrologic al statului asupra măsurărilor se exercită potrivit art. 16, precum şi prin :

a) ridicarea de probe şi efectuarea de măsurări şi analize comparative pentru verificarea exactităţii rezultatelor de măsurare declarate ;

b) inspecţii şi testări inopinate în locurile unde se efectuează măsurările ;

c) avizarea reglementărilor specifice elaborate, conform art. 21, de alte organisme specializate ;

d) expertize metrologice.

CAPITOLUL VI

Obligaţiile persoanelor fizice şi persoanelor juridice în domeniul metrologiei

Art. 23.—Persoanele fizice sau persoanele juridice care fabrică, construiesc, importă, montează, repară, modifică, verifică, închiriază sau vînd mijloace de măsurare sînt obligate să solicite, în prealabil, Biroului Român de Metrologie Legală, următoarele :

a) avizul şi/sau autorizaţia pentru exercitarea activităţii de fabricare, construire, import, reparare, verificare, închiriere, vînzare şi instalare a mijloacelor de măsurare ;

b) aprobarea de model pentru fabricaţia sau importul mijloacelor de măsurare prevăzute în anexa nr. 2 ;

c) autorizarea verificatorilor metrologi ;

d) expertizarea şi autorizarea laboratoarelor de metrologie şi de încercări ale mijloacelor de măsurare.

Condiţiile de obţinere a acestor avize, autorizaţii şi aprobări de model se stabilesc prin instrucţiuni de metrologie legală.

Art. 24.—Deţinătorii de mijloace de măsurare prevăzute în anexa nr. 2 sînt obligaţi să asigure legalitatea acestora şi să le declare la organele Biroului Român de Metrologie Legală, pentru luare în evidenţă şi supraveghere metrologică.

Anumite categorii de mijloace de măsurare din anexa nr. 2, stabilite de Biroul Român de Metrologie Legală, trebuie declarate la organele Biroului Român de Metrologie Legală înainte de instalare, în vederea obţinerii de la acestea a avizului de punere în funcţiune.

Art. 25. — Mijloacele de măsurare prevăzute în anexa nr. 2 nu pot fi puse în circulaţie fără aprobare de model eliberată de Biroul Român de Metrologie Legală şi fără marca metrologică de model.

Producătorii şi importatorii mijloacelor de măsurare prevăzute în anexa nr. 2 au obligaţia să obţină aprobarea de model înainte de începerea fabricaţiei sau derularea importului, conform metodologiei stabilite prin instrucţiuni de metrologie legală.

Mijloacele de măsurare fabricate sau importate în baza unei aprobări de model vor trebui să respecte eventualele condiţionări impuse de aceasta şi să aibă, în mod obligatoriu, aplicată marca metrologică de model.

Art. 26. — Pentru mijloacele de măsurare care nu fac obiectul anexei nr. 2 şi pentru care aprobarea de model nu este obligatorie, producătorii şi importatorii poartă întreaga răspundere privind calitatea acestora şi respectarea prescripţiilor metrologice şi a altor prevederi legale aplicabile.

Art. 27. — Agenţii ceonomici care desfăşoară activităţi ce fac obiectul controlului metrologic îşi vor organiza propria activitate tehnică şi administrativă de supraveghere metrologică pe baza cerinţelor din instrucţiunile de metrologie legală.

CAPITOLUL VII

Sancţiuni

Art. 28. — Încălcarea prevederilor prezentei ordonanţe atrage răspunderea materială, civilă, contravenţională sau penală, după caz.

Art. 29. — Constituie contravenţii, dacă nu au fost săvîrşite în astfel de condiţii încît, potrivit legii penale, să fie considerate infracţiuni, şi se sancţionează cu amendă următoarele fapte :

I. *De la 100.000 lei la 300.000.lei* :

a) producerea, repararea, verificarea, închirierea, vînzarea şi instalarea, fără autorizaţie, a mijloacelor de măsurare ;

b) vînzarea sau închirierea mijloacelor de măsurare care nu au corespuns la controlul metrologic al statului conform art. 19 ;

c) nerespectarea condiţiilor prevăzute în aprobarea de model sau modificarea mijloacelor de măsurare faţă de modelul aprobat ; vînzarea sau închirierea de asemenea mijloace de măsurare ;

d) producerea şi livrarea de produse de larg consum şi preambalate cu încălcarea reglementărilor prevăzute la art. 21 ;

e) aplicarea mărcii metrologice de model pe un mijloc de măsurare neconform cu modelul aprobat sau a mărcii metrologice de verificare pe un mijloc de măsurare neconform cu cerinţele specificate ;

f) nedeclararea instalării şi fabricarea sau importul mijloacelor de măsurare fără aprobare de model, respectiv sustragerea de la obligaţiile prevăzute la art. 24 şi 25 ;

g) impiedicarea, sub orice formă, a persoanelor împuternicite conform art. 36 de a-şi exercita atribuţiile prevăzute de lege privind controlul metrologic al statului.

II. *De la 50 000 lei la 150.000 lei* :

a) folosirea de unităţi de măsură nelegale ;

b) vînzarea, închirierea sau utilizarea mijloacelor de măsurare neverificate metrologic sau cu termenul de verificare depăşit ;

c) nerespectarea prevederilor din instrucţiunile de metrologie legală referitoare la asigurarea legalităţii etaloanelor şi mijloacelor de măsurare care fac obiectul anexei nr. 2, numai dacă aceste prevederi fac trimitere expresă la acest articol ;

d) necompletarea la zi, de către laboratoarele autorizate, a evidenţelor privind mijloacele de măsurare instalate, reparate sau verificate şi a înregistrărilor aferente sau lipsa acestor evidenţe.

Art. 30. — Constatarea contravenţiilor şi aplicarea sancţiunilor se fac de către personalul din cadrul Biroului Român de Metrologie Legală, împuternicit în acest scop. În cazul constatării unor infracţiuni, organele Biroului Român de Metrologie Legală vor proceda potrivit art. 214 din Codul de procedură penală.

Art. 31. — Amenzile prevăzute la art. 29 se aplică şi persoanelor juridice, caz în care limitele minime şi maxime se dublează.

Art. 32. — Împotriva procesului-verbal de sancţionare se poate face plîngere de către persoana fizică sau juridică, în termen de 15 zile de la data comunicării acestuia la judecătoria pe raza căreia s-a săvîrşit contravenţia.

Hotărîrea dată de instanţa de judecată este definitivă.

Art. 33. — Dispoziţiile din prezenta ordonanţă se întregesc cu prevederile Legii nr. 32/1968 privind stabilirea şi sancţionarea contravenţiilor, cu excepţia celor din art. 25 şi 27 din aceeaşi lege.

CAPITOLUL VIII

Dispoziţii finale

Art. 34. — Dispoziţiile prezentei ordonanţe se aplică tuturor persoanelor fizice şi persoanelor juridice care fabrică, importă, vînd, închiriază, repară, modifică, verifică, instalează şi utilizează mijloacele de măsurare.

Art. 35. — Taxele pentru avizele şi autorizările prevăzute de prezenta ordonanţă, precum şi costul lucrărilor ocazionate de efectuarea etalonărilor şi verificărilor metrologice, a încercărilor modelelor mijloacelor de măsurare, a altor lucrări efectuate la cerere, se suportă de beneficiarii acestor lucrări.

Taxele prevăzute la alineatul precedent se stabilesc conform legii, iar tarifele se stabilesc de către Biroul Român de Metrologie Legală, conform actelor normative în vigoare.

Art. 36. — Personalul Biroului Român de Metrologie Legală, împuternicit să exercite controlul metrologic al statului, are dreptul de acces în toate locurile unde sînt şi se utilizează mijloace de măsurare, precum şi în locurile unde se fabrică, se repară, se modifică, se verifică, se vînd şi se închiriază mijloace de măsurare.

Organele poliţiei sînt obligate să acorde, la cerere, sprijinul necesar persoanelor împuternicite să efectueze controlul metrologic al statului, aflate în exerciţiul funcţiunii, sau să le însoţească, după caz.

Art. 37. — În vederea aplicării prezentei ordonanţe, Biroul Român de Metrologie Legală elaborează instrucţiuni de metrologie legală, care se aprobă prin hotărîre a Guvernului.

Pe data intrării în vigoare a prezentei ordonanţe, Legea metrologiei nr. 27/1978, precum şi orice alte dispoziţii contrare se abrogă.

PRIM-MINISTRU
THEODOR STOLOJAN

Contrasemnează :
Ministrul industriei
Dan Constantinescu
Secretar de Stat în
Departamentul pentru Strategia
Reformei şi Integrare Economică,
Bujor-Bogdan Teodoriu

Bucureşti, 21 august 1992.
Nr. 20.

ANEXA Nr. 1

UNITĂȚI DE MĂSURĂ LEGALE ÎN ROMÂNIA

1. Unități de măsură ale Sistemului Internațional de Unități (SI)

1.1. *Unități SI fundamentale*

Mărimea	Unitatea SI	
	denumire	simbol
lungime	metru	m
masă	kilogram	kg
timp	secundă	s
intensitatea curentului electric sinonim : curent electric	amper	A
temperatură termodinamică	kelvin	K
cantitate de substanță	mol	mol
intensitate luminoasă	candelă	cd

1.2. *Unități SI suplimentare*

Mărimea	Unitatea SI		
	denumire	simbol	expresia în unități SI fundamentale
unghi plan	radian	rad	$m \cdot m^{-1} = 1$
unghi solid	steradian	sr	$m^2 \cdot m^{-2} = 1$

1. 3. *Unități SI derivate*

Mărimea	Unitatea SI		
	denumire	simbo	expresia în unități SI fundamentale
1.3.1. *Unități ale mărimilor de spațiu și timp*			
arie	metru pătrat	m^2	m^2
volum	metru cub	m^3	m^3
viteză	metru pe secundă	m/s	$m \cdot s^{-1}$
accelerație	metru pe secundă la pătrat	m/s^2	$m \cdot s^{-2}$
viteză unghiulară	radian pe secundă	rad/s	$s^{-1} \cdot rad$
accelerație unghiulară	radian pe secundă la pătrat	rad/s^2	$s^{-2} \cdot rad$
1.3.2. *Unități ale mărimilor caracteristice fenomenelor periodice și conexe*			
număr de undă	metru la puterea minus unu	m^{-1}	m^{-1}
frecvență	hertz	Hz	s^{-1}
1.3.3. *Unități ale mărimilor caracteristice mecanicii*			
masă volumică	kilogram pe metru cub	kg/m^3	$m^{-3} \cdot kg$
volum masic	metru cub pe kilogram	m^3/kg	$m^3 \cdot kg^{-1}$
forță	newton	N	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
momentul unei forțe	newton-metru	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
presiune, tensiune mecanică	pascal	Pa	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
tensiune superficială	newton pe metru	N/m	$kg \cdot s^{-2}$
viscozitate dinamică sinonim : viscozitate	pascal-secundă	$Pa \cdot s$	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-1}$
energie, lucru mecanic	joule	J	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
putere	watt	W	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$

(anexa nr. 1, continuare)

Mărimea	Unitatea SI		
	denumire	simbol	expresia în unităţi SI fundamentale
1.3.4. *Unităţi ale mărimilor caracteristice electromagnetismului*			
densitatea curentului electric	amper pe metru pătrat	A/m^2	$m^{-2} \cdot A$
cantitate de electricitate, sarcină electrică	coulomb	C	$s \cdot A$
potenţial electric, tensiune electrică, tensiune electromotoare	volt	V	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
sarcină (electrică) volumică	coulomb pe metru cub	C/m^3	$m^{-3} \cdot s \cdot A$
deplasare electrică sinonim : inducţie electrică	coulomb pe metru pătrat	C/m^2	$m^{-2} \cdot s \cdot A$
cîmp electric sinonim : intensitatea cîmpului electric	volt pe metru	V/m	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
capacitate electrică	farad	F	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
rezistenţă electrică	ohm	Ω	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
conductanţă electrică	siemens	S	$m^2 \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
cîmp magnetic sinonim : intensitatea cîmpului magnetic	amper pe metru	A/m	$m^{-1} \cdot A$
flux de inducţie magnetică sinonim : flux magnetic	weber	Wb	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
inducţie magnetică	tesla	T	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
inductanţă	henry	H	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
permitivitate	farad pe metru	F/m	$m^{-3} \cdot kg \cdot s^4 \cdot A^2$
permeabilitate	henry pe metru	H/m	$m \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
putere electrică	watt	W	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
1.3.5. *Unităţi ale mărimilor caracteristice fenomenelor calorice*			
temperatură Celsius	grad Celsius	°C	K
cantitate de căldură, energie termică	joule	J	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
flux termic sinonime : putere termică, debit termic	watt	W	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
densitate de suprafaţă a fluxului termic	watt pe metru pătrat	W/m^2	$kg \cdot s^{-3}$
capacitate termică, entropie	joule pe kelvin	J/K	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
capacitate termică masică, entropie masică	joule pe kilogram-kelvin	$J/(kg \cdot K)$	$m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
energie volumică	joule pe metru cub	J/m^3	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
energie masică	joule pe kilogram	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
conductibitate termică	watt pe metru-kelvin	$W/(m \cdot K)$	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot K^{-1}$
1.3.6. *Unităţi ale mărimilor caracteristice luminii şi radiaţiilor electromagnetice conexe*			
energie radiantă	joule	J	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
putere radiantă sinonime : flux radiant, flux energetic	watt	W	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
intensitate radiantă sinonim : intensitate energetică	watt pe steradian	W/sr	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot sr^{-1}$
radianţă sinonim : luminanţă energetică	watt pe metru pătrat-steradian	$W/(m^2 \cdot sr)$	$kg \cdot s^{-3} \cdot sr^{-1}$
flux luminos	lumen	lm	$cd \cdot sr$
luminanţă	candelă pe metru pătrat	cd/m^2	$m^{-2} \cdot cd$
iluminare	lux	lx	$m^{-2} \cdot cd \cdot sr$
1.3.7. *Unităţi ale mărimilor caracteristice chimiei fizice şi fizicii moleculare*			
concentraţie (a cantităţii de substanţă)	mol pe metru cub	mol/m^3	$m^{-3} \cdot mol$
energie molară	joule pe mol	J/mol	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot mol^{-1}$
entropie molară, capacitate termică molară	joule pe mol kelvin	$J/(mol \cdot K)$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$

(anexa nr. 1 continuare)

Mărimea	Unitatea SI		
	denumire	simbol	expresia în unităţi SI fundamentale
1.3.8. *Unităţi ale mărimilor caracteristice fizicii atomice şi nucleare, reacţiilor nucleare şi radiaţiilor ionizante*			
energie de reacţie, energie de rezonanţă, energie comunicată	joule	J	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
activitate (a unui radionuclid)	becquerel	Bq	s^{-1}
doză absorbită, energie comunicată masică, kerma, indicele dozei absorbite,	gray	Gy	$m^2 \cdot s^{-2}$
echivalent al dozei absorbite, indicele echivalentului dozei absorbite	sievert	Sv	$m^2 \cdot s^{-2}$
expunere (radiaţii X sau γ)	coulomb pe kilogram	C/kg	$kg^{-1} \cdot s \cdot A$
debitul dozei absorbite	gray pe secundă	Gy/s	$m^2 \cdot s^{-3}$

2.1. Unităţi de măsură care nu fac parte din Sistemul Internaţional de Unităţi (SI)

Denumirea	Simbolul	Valoarea în unitate SI
1	2	3
2.1. *Unităţi folosite împreună cu Sistemul Internaţional*		
minut	min.	1 min = 60 s
oră	h	1 h = 60 min = 3 600 s
zi	d	1 d = 24 h = 86.400 s
grad (sexagesimal)	°	$1° = (\pi/180)$rad
minut (sexagesimal)	′	$1' = (/1/60)° = (\pi/10.800)$ rad
secundă (sexagesimală)	″	$1'' = (1/60)' = (\pi/648.000)$rad
litru	l, L	$1\ l = 1\ dm^3 = 10^{-3}\ m^3$
tonă	t	$1\ t = 10^3$ kg
2.2. *Unităţi folosite împreună cu Sistemul Internaţional a căror valoare în unităţi SI este obţinută experimental*		
electronvolt	eV	1 eV = 1,602 177 33(49) × 10^{-19} J (cu o incertitudine relativă de 0,30 × 10^{-6})
unitate de masă atomică (unificată)	u	1 u = 1,660 540 2(10 × 10^{-27} kg (cu o incertitudine relativă de 0,59 × 10^{-6})
2.3. *Unităţi menţionate temporar împreună cu Sistemul Internaţional*		
milă marină		1 milă marină = 1.852 m
nod		1 nod = 1 milă marină pe oră (1.852/3.600) m/s
ar	a	$1\ a = 1\ dam^2 = 10^2\ m^2$
hectar	ha	$1\ ha = 1\ hm^2 = 10^4\ m^2$
bar	bar	1 bar = 0,1 MPa = 100 kPa = 1.000 hPa = 10^5Pa

ANEXA NR. 2

CATEGORIILE DE MIJLOACE DE MĂSURARE

supuse obligatoriu controlului metrologic al statului

I. **Mijloace de măsurare etalon** — măsuri, aparate, instalaţii etc., utilizate pentru reproducerea şi conservarea unităţilor de măsură, precum şi pentru transmiterea, prin comparaţie, a acestora la mijloacele de măsurare, în toate domeniile de măsurare.

II. **Mijloace de măsurare de lucru**

1. Greutăţi
2. Aparate de cîntărit (instrumente de cîntărire neautomată)
3. Instalaţii de cîntărit, dozat, însăcuit, ambalat

4. Aparate de cîntărire continuă cu totalizator pentru transportoare cu bandă
5. Aparate de cîntărire discontinuă cu totalizator
6. Sortatoare gravimetrice automate
7. Contoare de apă rece și caldă
8. Ansambluri de măsurat lichidele, altele decît apa
9. Contoare de volum pentru gaze
10. Ansambluri de corecție, cu temperatura, presiunea etc. a volumului de gaz
11. Măsuri de volum pentru lichide și vase de măsură
12. Cisterne, rezervoare, recipiente, utilizate ca vase de măsură
13. Mijloace de măsurare pentru determinarea capacității vaselor de măsură
14. Aparate pentru măsurarea nivelului lichidelor
15. Măsuri pentru lapte, cu indicator de nivel
16. Măsuri de capacitate pentru semințe
17. Instrumente pentru determinarea masei hectolitrice a cerealelor
18. Mașini și aparate pentru încercări la solicitări mecanice
19. Indicatoare de sarcină în cabluri
20. Manometre pentru măsurarea presiunii în pneurile autovehiculelor
21. Echipamente de contorizare după durată și distanță, a convorbirilor telefonice
22. Cronotahigrafe
23. Vitezometre pentru autovehicule și de cale ferată
24. Cinemometre de control rutier
25. Taximetre
26. Contoare de energie electrică
27. Aparate utilizate în măsurări privind condițiile de electrosecuritate
28. Contoare de energie termică și aparate pentru determinarea cantității de energie termică furnizată pentru încălzirea imobilelor
29. Instrumente care echipează instalațiile termice în scopul reducerii poluării atmosferice și al economisirii energiei
30. Sonometre, fonometre, dozimetre de zgomot, audiometre
31. Alcoolmetre și areometre pentru alcool și tabele alcoolmetrice
32. Etilmetre pentru aplicarea reglementărilor privind circulația rutieră
33. Analizoare de gaze
34. Umidometre pentru cereale și semințe oleaginoase
35. Aparate pentru determinarea grăsimilor în lapte și produse lactate
36. Zaharimetre și refractometre
37. Aparate pentru măsurarea mărimilor specifice radiațiilor ionizante, în scopul asigurării securității instalațiilor, a protecției persoanelor și mediului ambiant
38. Aparate industriale sau de laborator utilizate pentru măsurări ale mărimilor fizico-chimice în cadrul activităților privind sănătatea și securitatea persoanelor și protecția mediului.
39. Aparate și dispozitive medicale (seringi și termometre medicale, detectori de flux sangvin, aparate pentru măsurarea presiunii arteriale, pulsmetre și cardiotahimetre, electrocardiografe, electroencefalografe etc.)
40. Focometre și truse de lentile oftalmologice
41. Măsuri de lungime
42. Instrumente de măsurat lungimi
43. Planimetre și mașini de măsurat arii
44. Mijloace de măsurare pentru măsurări topografice, geodezice și de cadastru.

NOTĂ:

Sortimentele de mijloace de măsurare care intră în categoriile de mai sus se stabilesc de Biroul Român de Metrologie Legală, care publică anual „Lista oficială a mijloacelor de măsurare legale, supuse controlului metrologic al statului" în publicațiile oficiale de metrologie legală.

Lista va cuprinde și perioada minimă între două verificări periodice succesive, tarifele aprobate pentru efectuarea etalonărilor, verificărilor metrologice, precum și categoriile de mijloace de măsurare care trebuie declarate înainte de instalare, în vederea obținerii avizului de punere în funcțiune conform art. 24.

HOTĂRÎRE

privind organizarea și funcționarea Biroului Român de Metrologie Legală

Guvernul României hotărăște :

Art. 1. — Biroul Român de Metrologie Legală este organul de specialitate al administrației publice centrale, cu personalitate juridică, în subordinea Guvernului, însărcinat cu aplicarea politicii acestuia și a reglementărilor legale în domeniul metrologiei, avînd calitatea de ordonator principal de credite bugetare, în condițiile legii.

Art. 2. — Biroul Român de Metrologie Legală îndeplinește următoarele atribuții principale :

e) elaborează proiecte de hotărîri și de instrucțiuni de metrologie legală, cu caracter obligatoriu, pe care le supune spre aprobare Guvernului, urmărind armonizarea normelor interne cu cele internaționale în domeniul metrologiei legale ;

b) atestă etaloanele din Sistemul național de etaloane ;

c) asigură și urmărește conservarea și garantarea exactității etaloanelor naționale și primare pe care le deține, prin compararea lor cu etaloanele internaționale ;

d) elaborează programe de dezvoltare a activității de metrologie legală și colaborează cu ministerele și alte organisme naționale interesate în dezvoltarea metrologică ;

e) avizează temele de cercetare din domeniul metrologiei legale, finanțate de la buget ;

f) efectuează controlul metrologic al statului, reglementează, supraveghează și controlează fabricarea, repararea și utilizarea etaloanelor, verificarea mijloacelor de măsurare, precum și măsurările din domeniile de interes public stabilite de lege ;

g) constată contravențiile și aplică amenzile prevăzute de legislația din domeniul metrologiei și sesizează organele de urmărire penală ori de cîte ori constată încălcări ale legii penale ;

h) acordă și retrage autorizații pentru exercitarea activităților de metrologie prevăzute de lege ;

i) acordă și retrage aprobarea de model pentru fabricarea și importul mijloacelor de măsurare prevăzute de lege ;

j) organizează și asigură certificarea mijloacelor de măsurare, conform normelor internaționale de metrologie legală, pe baza procedurilor proprii ;

k) organizează și asigură funcționarea rețelei de laboratoare de etalonări și verificări metrologice ;

l) organizează laboratoare fixe și mobile pentru etalonarea și verificarea mijloacelor de măsurare în locurile unde se fabrică, se repară sau se utilizează mijloace de măsurare supuse controlului metrologic al statului ;

m) propune și percepe taxe sau, după caz, stabilește tarife, în condițiile legii, pentru efectuarea expertizărilor, evaluărilor și controalelor în vederea emiterii autorizațiilor, aprobărilor de model și certificărilor prevăzute la lit. h) — j), precum și pentru etalonări și verificări metrologice ;

n) sprijină învățămîntul și organizează formele de perfecționare profesională în domeniul metrologiei legale ;

o) asigură editarea și difuzarea publicațiilor de specialitate, a instrucțiunilor de metrologie legală, precum și a altor reglementări și documente din domeniu ;

p) participă, reprezentînd interesele României, în organisme internaționale și regionale de metrologie legală și colaborează cu instituții similare din alte țări.

Art. 3. — Biroul Român de Metrologie Legală colaborează cu ministerele și celelalte organe de specialitate ale administrației publice centrale, avînd dreptul de a solicita acestora date și informații necesare realizării atribuțiilor sale.

Art. 4. — Biroul Român de Metrologie Legală publică periodic, în publicații oficiale de metrologie legală, lista cu tipurile de mijloace de măsurare supuse controlului metrologic al statului, lista laboratoarelor de metrologie și de încercări autorizate sau acreditate, lista cu importurile de mijloace de măsurare avizate, lista cu aprobările de model acordate, lista cu producătorii și produsele acestora care au obținut certificarea conform normelor internaționale de metrologie legală, precum și alte date referitoare la metrologia legală.

Art. 5. — Conducerea Biroului Român de Metrologie Legală este asigurată de un director general, numit prin decizie a primului-ministru. Pe lîngă directorul general funcționează colegiul de conducere, organ cu caracter consultativ. Președintele colegiului de conducere este directorul general.

Directorul general conduce activitatea curentă și reprezintă Biroul Român de Metrologie Legală în raporturile cu ministerele, celelalte organe de specialitate ale administrației publice centrale, organizații din țară, precum și în relațiile internaționale. În acest scop, directorul general poate da împuterniciri de reprezentare și altor persoane din cadrul instituției.

Art. 6. — Structura organizatorică a Biroului Român de Metrologie Legală este prevăzută în anexă, care face parte integrantă din prezenta hotărîre.

Biroul Român de Metrologie Legală are în subordine 14 inspecții interjudețene de metrologie, unități cu personalitate juridică, finanțate de la bugetul de stat, și laboratoare teritoriale de metrologie, precum și un laborator de încercări pentru aprobări de model, ca unități fără personalitate juridică și cu finanțare

extrabugetară. Organizarea, funcționarea și structura organizatorică a acestora se aprobă prin ordin al directorului general al Biroului Român de Metrologie Legală.

Biroul Român de Metrologie Legală preia de la Institutul Național de Metrologie laboratorul de încercări de stat și fiabilitate, precum și laboratoarele teritoriale și al municipiului București de etalonări și verificări metrologice, împreună cu personalul aferent acestora.

Art. 7. — Numărul maxim de posturi al aparatului propriu al Biroului Român de Metrologie Legală este de 50, iar cel al inspecțiilor interjudețene de metrologie, de 220, conform anexei.

Art. 8. — Structura organizatorică pe compartimente, atribuțiile și sarcinile personalului și regulamentul de organizare internă și funcționare ale Biroului Român de Metrologie Legală, precum și statul de funcții avizat conform lègii se aprobă de directorul general.

Art. 9. — Finanțarea activității aparatului propriu al Biroului Român de Metrologie Legală este asigurată de la bugetul de stat, ca și cea a inspecțiilor interjudețene de metrologie.

Evidența financiar-contabilă a laboratoarelor teritoriale de metrologie se ține și se urmărește separat de Biroul Român de Metrologie Legală, prin inspecțiile interjudețene de metrologie pe raza cărora se află aceste laboratoare.

Sumele încasate de Biroul Român de Metrologie Legală reprezentînd taxele pentru expertizări și autorizări, amenzile, precum și tarifele provenite din activități proprii realizate de personalul bugetar, se fac venit la bugetul de stat.

Tarifele pentru etalonarea și verificarea metrologică obligatorie a mijloacelor de măsurare supuse controlului metrologic al statului, conform legii, se stabilesc de Biroul Român de Metrologie Legală, cu avizul Ministerului Economiei și Finanțelor, conform actelor normative în vigoare. Respectarea tarifelor este obligatorie atît pentru laboratoarele teritoriale ale Biroului Român de Metrologie Legală, cît și pentru alte laboratoare acreditate de Biroul Român de Metrologie Legală să efectueze etalonarea și verificarea acestor categorii de mijloace de măsurare.

Art. 10. — Institutul Național de Metrologie se organizează și funcționează ca institut de cercetare de profil, în subordinea Biroului Român de Metrologie Legală. Institutul Național de Metrologie este condus de un director numit de directorul general al Biroului Român de Metrologie Legală.

Art. 11. — Institutul Național de Metrologie are următoarele atribuții principale:

a) efectuează cercetări științifice și tehnice în domeniul metrologiei;

b) asigură conservarea și perfecționarea etaloanelor naționale pe care le deține și urmărește garantarea exactității lor prin comparații cu etaloanele internaționale;

c) transmite unitatea de măsură de la etaloane primare la etaloane secundare;

d) efectuează, la cerere, alte lucrări de metrologie și prestări de servicii, autorizate în condițiile prevăzute de lege;

e) participă la lucrările organismelor internaționale și regionale privind etaloanele primare și la orice alte manifestări internaționale pe probleme de metrologie, altele decît cele de metrologie legală.

Art. 12. — Pentru orientarea activității de cercetare și a principalelor direcții de dezvoltare din domeniul metrologiei se constituie, pe lîngă Institutul Național de Metrologie, Consiliul consultativ de metrologie.

Consiliul consultativ de metrologie este prezidat de directorul Institutului Național de Metrologie.

Membrii Consiliului consultativ de metrologie sînt reprezentanți ai ministerelor, asociațiilor profesionale, patronatului, altor organizații interesate și alți specialiști din domeniu și sînt numiți de președintele acestuia. Directorul general al Biroului Român de Metrologie Legală este, de drept, membru al Consiliului consultativ de metrologie.

Consiliul consultativ de metrologie stabilește propriul său regulament de funcționare, secretariatul acestuia fiind asigurat de Institutul Național de Metrologie.

Art. 13. — Membrii Consiliului consultativ de metrologie, cu excepția membrilor de drept:

a) se numesc pe o perioadă de 4 ani, iar jumătate din ei pot fi înlocuiți la fiecare 2 ani;

b) nu sînt remunerați pentru activitatea desfășurată în cadrul consiliului.

Art. 14. — Biroul Român de Metrologie Legală se dotează cu patrimoniu propriu, constituit din patrimoniul fostelor inspecții interjudețene de metrologie, patrimoniul preluat de la Institutul Național de Metrologie, inclusiv dotările și spațiile aferente laboratoarelor preluate în condițiile art. 6 alin. 3, precum și cu cota-parte de 1/3 din patrimoniul preluat de la fosta Comisie Națională pentru Standarde, Metrologie și Calitate și unitățile sale terito-

riale, pe bază de protocol, încheiat de părţi în termen de 15 zile de la data intrării în vigoare a prezentei hotărîri, ţinîndu-se seama de inventarul faptic înregistrat la zi.

Art. 15. — În vederea desfăşurării activităţii, Biroul Român de Metrologie Legală utilizează un parc auto, stabilit potrivit dispoziţiilor legale.

Art. 16. — Autorităţile administraţiei publice locale vor asigura condiţiile pentru desfăşurarea activităţii organelor teritoriale ale Biroului Român de Metrologie Legală şi spaţiile de lucru necesare.

Art. 17. — Biroul Român de Metrologie Legală poate accepta oferte de donaţie şi contribuţii, în condiţiile legii.

Art. 18. — Salarizarea personalului din aparatul propriu al Biroului Român de Metrologie Legală se face potrivit anexei nr. 8 la Legea nr. 40/1991.

Salarizarea personalului din inspecţiile interjudeţene de metrologie se face conform anexei nr. 9 la Legea nr. 40/1991, iar cea a personalului din laboratoarele teritoriale de metrologie şi din laboratorul de încercări pentru aprobări de model se face conform Hotărîrii Guvernului nr. 307/1991, republicată. Pînă la reglementarea, prin lege, a salarizării personalului din unităţile de cercetare, personalul din Institutul Naţional de Metrologie îşi păstrează actualele niveluri de salarizare.

Art. 19. — Ministerul Economiei şi Finanţelor va lua măsuri pentru introducerea modificărilor corespunzătoare, care decurg din aplicarea prezentei hotărîri, în indicatorii financiari pe anul 1992, prin transferarea, din bugetul fostei Comisii Naţionale pentru Standarde, Metrologice şi Calitate, a fondurilor bugetare necesare Biroului Român de Metrologie Legală.

Art. 20. — Pe data intării în vigoare a prezentei hotărîri orice alte dispoziţii contrare se abrogă.

PRIM-MINISTRU

THEODOR STOLOJAN

Contrasemnează
Ministrul economiei şi finanţelor
George Danielescu

Ministrul bugetului, veniturilor statului şi controlului financiar,
Florin Bercea

Ministrul muncii şi protecţiei sociale,
Dan Mircea Popescu

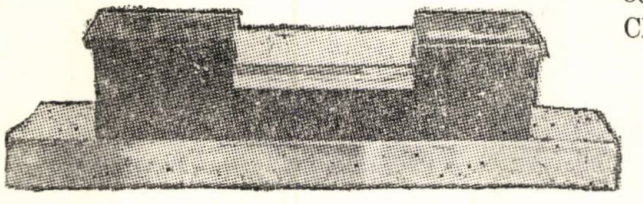
Secretar de stat în Departamentul pentru Strategia Reformei şi Integrare Economică,
Bujor-Bogdan Teodoriu

Bucureşti, 24 august 1992.

Nr. 481.

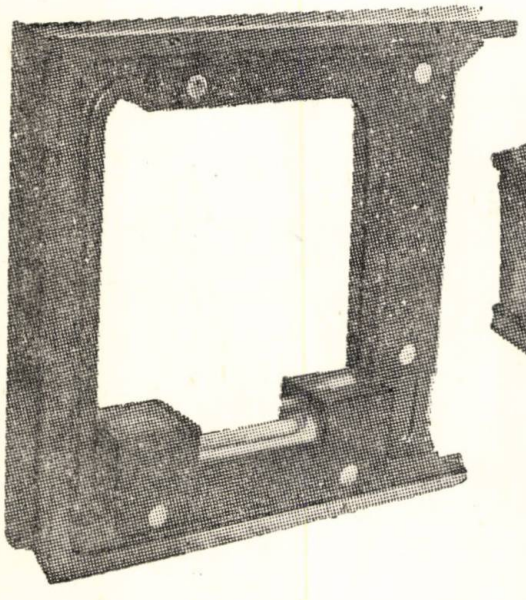
SOCIETATEA COMERCIALĂ

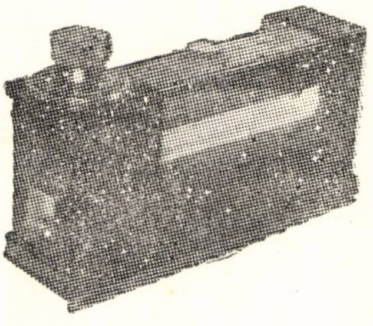
INDUSTRIA OPTICA ROMANA S.A.

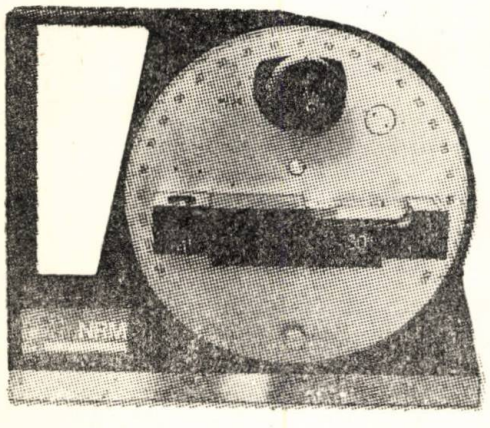


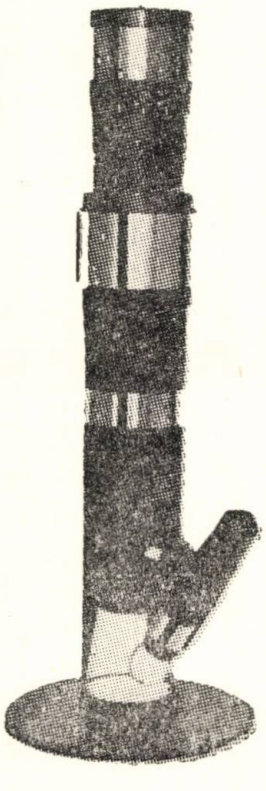
produce şi livrează microscoape industriale, medicale şi de cercetare; aparate şi instrumente pentru măsurări metrologice; aparatură stomatologică şi de tehnică oftalmologică; inii tehnologice pentru montat lentile de ochelari; lentile de ochelari, inclusiv comenzi pentru reţete; aparate de protecţie CINE, EPI şi DIA; aparate, obiective şi accesorii foto.

Vă prezentăm unul din domeniile noastre de activitate:

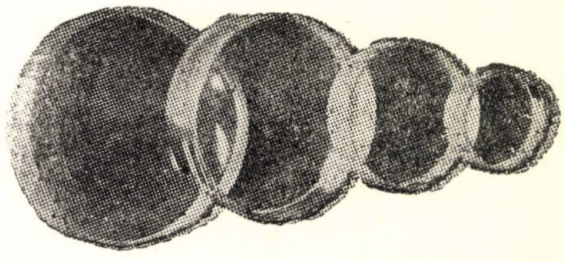








- **NIVELĂ CILINDRICĂ** — fabricată în 4 tipodimensiuni, diferenţiate prin precizie de la 0,3 la 2 mm/m şi lungimea monturii între 60 . . . 90 mm
- **NIVELĂ PARALELIPIPEDICĂ**—fabricată în 12 tipodimensiuni diferenţiate prin valoarea diviziunii de la 0,002 la 0,3 mm/m şi lungimea monturii între 150 ... 250 mm
- **NIVELĂ CU CADRU**—fabricată în 10 tipodimensiuni diferenţiate prin precizie cuprinsă între 0,05 şi 0,6 mm/m şi lungimea monturii între 150 . . . 250 mm
- **NIVELĂ CU COINCIDENŢĂ**—cu precizie de 0,01 mm
- **NIVELĂ MICROMETRICĂ**—cu precizie de 0,01 mm
- **NIVELĂ CU MICROSCOP**—cu precizie de 1'(un minut) pe un interval de lucru de 120°
- **MICROSCOP DE MĂSURARE**—folosit pentru măsurări liniare şi unghiulare, cu o precizie de 0,01, respectiv 10' şi un grosisment de 16×
- **CALIBRE CU RAZĂ SAU PLAN PARALELE**— se confecţionează din sticlă optică; precizie de execuţie şi măsurare de ordinul franjelor de interferenţă; se pot comanda în orice dimensiune de rază şi de diametru



Pentru informaţii suplimentare adresaţi-vă la

S.C. INDUSTRIA OPTICĂ ROMÂNĂ S.A.

Aleea I.O.R. nr. 4, Sector 3, Bucureşti—74404

Telefon: 621 20 80; 621 15 21 Telex: 10558

I. N. I. D.
Fonduri Documentare
Inv.

INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE

execută, pe bază de contract sau comandă fermă

SERVICII TEHNICO-ȘTIINȚIFICE:

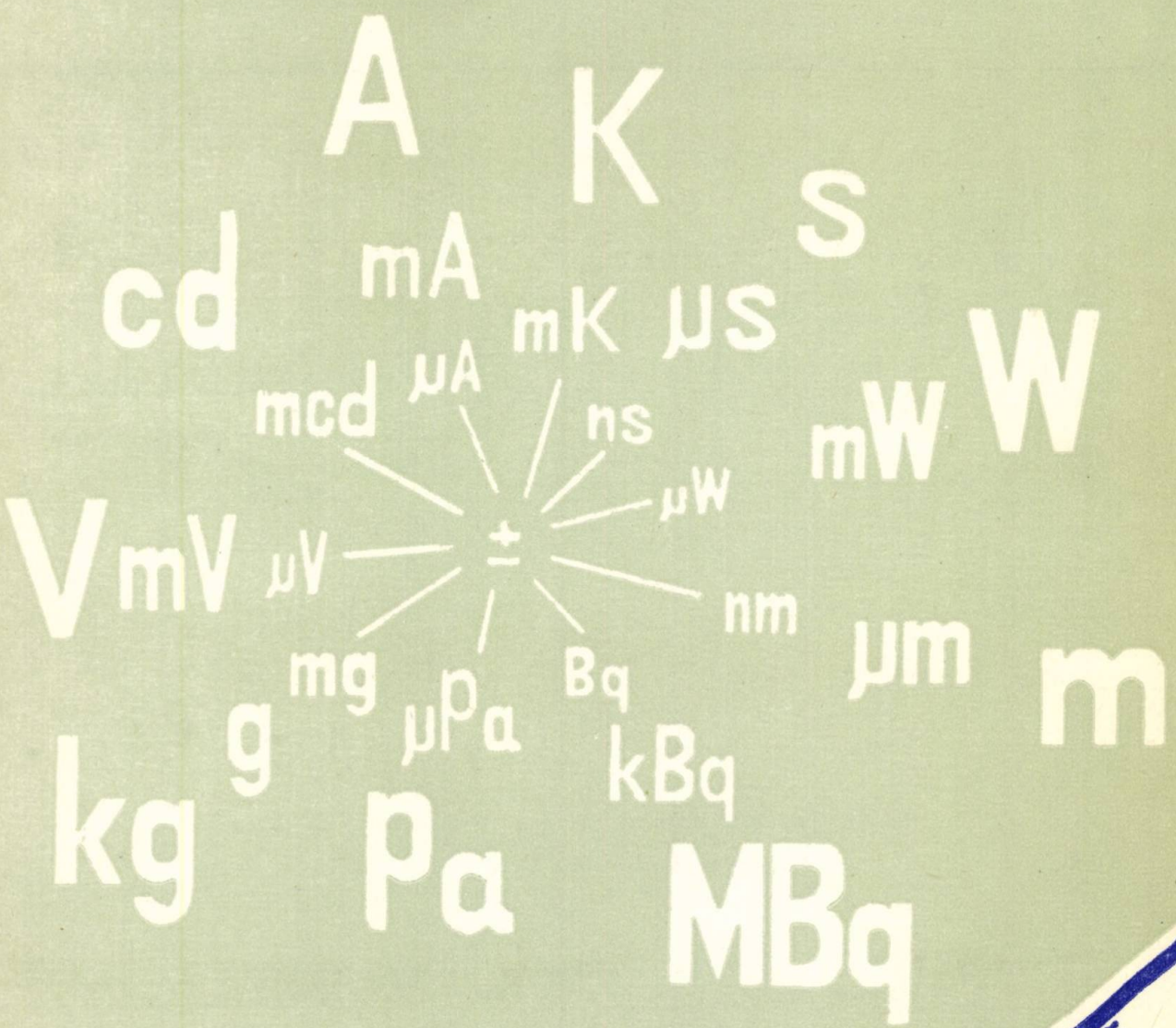
- Mostre etalon de duritate și de microduritate
- Vacuummetre cu compresie, de presiune absolut joasă
- Manometre cu piston și greutăți (1 bar)
- Elemente normale (Weston) saturate și nesaturate
- Rezistivimetre pentru semiconductoare (inclusiv automatizate)
- Transformatoare etalon de curent și de tensiune (inclusiv tipuri speciale, orice performanțe)
- Testere de ceasornice (mecanice, electronice)
- Instalații pentru măsurarea caracteristicilor magnetice ale tablei electrotehnice
- Celule pentru punctul triplu al apei (+ 0,01 °C)
- Termorezistoare și termocupluri cu utilizări speciale
- Instalații cuptor cvasinegru pentru etalonări de pirometre de radiație
- Pirometre de radiație (700...1300 °C și 900...1600 °C)
- Substanțe — măsură (solide, gaze, etalon de putere calorifică)
- Radiatoare cvasiintegrale la temperatură variabilă (100...800 °C), cu un set de aperturi schimbabile
- Lămpi spectrale etalon de lungime de undă (200...1100 nm)
- Termobaterii cu 8; 24 și 40 perechi de joncțiuni
- Plăci etalon de factor spectral de reflexie și de radianță
- Substanțe — măsură (lichide) etalon de: vîscozitate; extincție zecimală; indice de refracție; concentrație a elementelor chimice (pentru spectrofotometria de absorbție atomică); conductivitate electrolitică; pH etc.
- Substanțe — măsură etalon de concentrație de gaze
- Senzori de umiditate a gazelor (higristoare)
- Celule de conductivitate electrolitică
- Simulatoare de traductoare (termorezistoare; termocupluri; senzori de conductivitate; senzori de pH etc.) pentru efectuarea de verificări în sisteme de automatizare

BUCUREȘTI, 75669, Sos. Vitan-Bîrzești, nr. 11 Tel: 34.35.20; Fax: 34.65.85; Telex: 11871 inmb r

OMIKK E 8225

INM Nr. 4/1992

metrologie



serie nouă

ABSTRACT

LANG TRAN TIEN: Personal Computer Instrumentation: a new concept in measurement . . . 97
NICOLAE FÂNTÂNARU: The accuracy of values measured with force transducers 101
ADRIAN BUDURA: Methods for investigating the superficial oscillation amplitude distribution on a AT cut quartz crystal used in sensors 106
CONSTANTIN BARBU: Infringements of the legal provisions concerning metrological activities . . . 110

NOTES
INFORMATION
OFICIAL PART

* * * Metrological technical norms in force currently 117
* * * Contents of the review „Metrologie" no. 1 — 4/1992 128

SOMMAIRE

LANG TRAN TIEN: Instrumentation et ordinateur personnel: un nouveau concept de la mesure . . 97
NICOLAE FÂNTÂNARU: Justesse des valeurs mesurées avec les capteurs de force 101
ADRIAN BUDURA: Méthodes d'étude de la distribution d'amplitude des oscillations superficielles sur un crystal de quart à coupe AT utilisé en capteurs 106
CONSTANTIN BARBU: Contreventions aux dispositions légales concernant l'activité de métrologie 110

NOTES
INFORMATIONS
PARTIE OFFICIALLE

* * * Normes techniques de métrologie en vigueur 117
* * * Contenu de la revue „Métrologie" nr. 1—4/1992 128

REDACȚIA:

INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE
Șos Vitan-Bîrzești nr. 11, tel. 342060/191
344030/191 ; București ; 75669

ADMINISTRAȚIA:

DIRECȚIA DE PRESĂ PENTRU PUBLICITATE ȘI TIPĂRITURI

Piața Presei Libere nr. 1, sector 1,
București, 71 341
Telefon : 177729, 176010 și 176080.
interior 2086 și 2483.

ISSN 1220—546 X

Cererile pentru abonamente vor fi adresate redacției în contul 309800201 BCR, filiala sector 4.
Costul unui abonament anual este 600 lei.

*

Cititorii din străinătate pot contracta abonamente prin : ILEXIM — Departamentul export-import presă, București, str. Decembrie nr. 3 P.O.B. 146—137 Telex 12226

*

Cererile pentru reclame în revistă vor fi înaintate Agenției de publicitate a DPPT Calea Victorei 174, cont 645120608 BCR filiala sector 1

S.C. UNIVERSUL S.A. — C. 3704

Lei 150

METROLOGIE

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1883

Publicaţie tehnico-ştiinţifică

editată de

INSTITUTUL NAŢIONAL DE METROLOGIE

SUMAR

LANG TRAN TIEN : Instrumentaţie asociată cu calculatorul personal : un nou concept în domeniul măsurării 97

NICOLAE FÂNTÂNARU : Justeţea valorilor măsurate cu traductoare de forţă 101

ADRIAN BUDURA : Metode de investigaţie a distribuţiei amplitudinilor de oscilaţie pe suprafaţa unui cristal de cuarţ în tăietură AT, utilizate în proiectarea senzorilor 106

CONSTANTIN BARBU : Contravenţii la dispoziţiile legale privind activitatea de metrologie 110

NOTE

INFORMAŢII

PARTEA OFICIALĂ

*** Lista normelor tehnice de metrologie în vigoare 117

*** Cuprinsul revistei „Metrologie" nr. 1 — 4/1992 128

***

Colectivul de redacţie : fiz. Dragoş Boiciuc, Viorica Burciu *(secretar de redacţie)*, ing. chim. Mirela Buzoianu, ing. Gabriel Iordăchescu, fiz. Gheorghe Ispăşoiu, dr. ing. Aurel Millea *(redactor responsabil)*, ing. Ionel Urdea.

METROLOGIE, vol. XXXIX (Serie nouă) nr. 4/1992, p. 97 — 128

Instrumentaţie asociată cu calculatorul personal: un nou concept în domeniul măsurării

LANG TRAN TIEN *

Abstract: *Combining measurement instrumentation and the personal computer led to personal instrumentation. The computer's capabilities are used to make the measurement instrument intelligent and to facilitate integration of many measurement tools into a single system. Fast development has been made by means of more and more sophisticated interface boards, and also by the increasing power of computers: consequently the traditional concept of measurement is changing.*

Résumé: *L'association de l'instrumentation de mesure et de l'ordinateur personnel a donné naissance à l'instrumentation personnelle. Les ressources de l'ordinateur sont exploitées pour rendre intelligent l'instrument de mesure et pour faciliter l'intégration en un seul système de nombreux outils de mesure. Une évolution rapide provient d'une part de cartes d'interface de plus en plus sophistiquées et d'autre part de la puissance croissante des ordinateurs; de ce fait, le concept traditionnel de la mesure est en train de changer.*

Un nou concept în domeniul măsurării a apărut în 1981, cînd societatea americană Northwest Instruments a lansat pe piaţă primele sale module de instrumentaţie ce se ataşau direct unui calculator personal (la acea vreme un Apple II), În Franţa, acesta a fost introdus în 1983 de către societatea Generim. Denumirea sa: „instrumentaţie personală".

Această denumire a fost determinată de asocierea a două obiecte: instrument de măsurare şi calculator personal.

Facilităţile celui de-al doilea sînt folosite pentru efectuarea operaţiilor de comandă, de gestiune, de afişare şi de prelucrare, care sînt în mod normal executate de către un microprocesor încorporat în aparat. Instrumentul de măsurare comunică cu calculatorul cu ajutorul unui dispozitiv de interfaţare care cuprinde în mod necesar un convertor analog—numeric. Instrumentul de măsurare se poate reduce la o simplă placă de achiziţie, eliberată de orice fel de inteligenţă. Instrumentul de măsurare se comandă de la tastatura calculatorului. Rezultatele măsurării sînt afişate pe display-ul calculatorului fie sub formă numerică, fie sub forma unor curbe. Aceste rezultate se obţin în urma unei prelucrări a datelor primare achiziţionate de instrumentul de măsurare; această prelucrare, care poate fi mai mult sau mai puţin complexă, este efectuată de către calculator la cererea utilizatorului.

Primele aplicaţii de instrumentaţie personală erau de tip analogic. Era vorba de plăci care se conectau direct la placa de bază a calculatorului Apple II pentru a-l transforma în osciloscop şi în generator de funcţii (comercializate de Generim în 1983). Dar nu aceasta este forma în care instrumentaţia personală continuă să se dezvolte. Atuurile sale nu sînt doar de ordin financiar. Ceea ce este important înainte de toate este noul concept de *integrare a numeroase mijloace de măsurare într-un singur sistem.*

Cum plăcile conectate direct la placa de bază a calculatorului pun uneori probleme de radiaţie şi de buclă de masă, se scoate placa de instrumentaţie şi alimentarea acesteia în afara calculatorului (fig. 1). Această soluţie a fost rapid adoptată de firmele Hewlett Packard şi

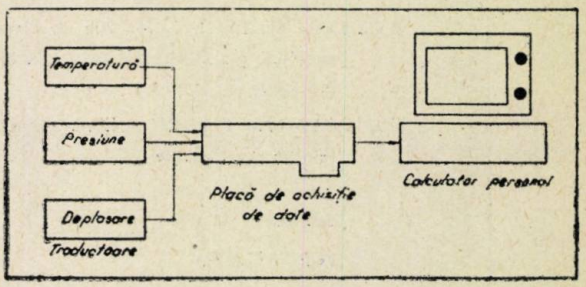


Fig. 1. Reţea de traductoare asociate unui PC prin intermediul plăcilor de achiziţie de date.

Tektronix, introducînd în calculator o placă de comunicaţie la care se pot lega unul sau mai multe module externe. Interesul imediat este că se pot realiza lanţuri de măsurare de înaltă performanţă şi instrumente cu intervale foarte largi pentru aplicaţii variate.

În urmă cu zece ani, un inginer trebuia să-şi consume pînă la 80% din timpul său de lucru pentru calculul, prezentarea rezultatelor măsurării sub forma de tabele sau de curbe, redactarea rapoartelor aspra operaţiilor efectuate şi analiza rezultatelor... Astăzi, cu ajutorul calculatorului asociat sistemului de măsurare şi de testare, el poate efectua toate acestea de zece ori mai repede. În plus, dispune de instrumente noi (plotere, imprimante, diverse programe de calcul etc.) care simplifică considerabil elaborarea documentaţiei şi analiza. De asemenea, poate dispune de o veritabilă mică staţie de lucru pe care îşi poate realiza atît studiul şi calculul circuitelor, cît şi testarea prototipului, analiza rezultatelor şi întocmirea raportului.

* École supérieure d'électricité, Plateau de Moulon 91192 Gif sur Yvette, France

Aportul calculatoarelor personale în domeniul măsurării

Asociate cu calculatorul, plăcile de achiziţie de date şi de control constituie sisteme de măsurare foarte eficace şi performante. Noi oferte, configurate în funcţie de utilizare în toate domeniile ştiinţei şi tehnicii, apar fără încetare.

Anumiţi producători furnizează sisteme adaptative constînd în module independente din a căror asamblare se poate obţine o întreagă staţie de măsurare foarte compactă. Fiecare configuraţie a sistemului poate cuprinde un modul de alimentare, un modul CPU (Central Processing Unit) şi numeroase module specifice cu intrări şi ieşiri selectate în funcţie de utilizare.

Toate intrările şi ieşirile sistemului sînt izolate individual, ceea ce reduce la minimum perturbaţiile introduse de mediu şi de buclele de masă.

Plăcile de achiziţie pot fi livrate cu traductoare de măsurare (traductoare de deplasare, de debit, de presiune, de temperatură etc.); acestea presupun blocuri de prelucrare a semnalului adaptate la mărimea fizică măsurată, unul sau mai multe multiplexoare, convertoare analog-numerice (CAN) a căror rezoluţie este determinată de calitatea măsurării. Calculatorul asigură nu numai gestiunea tuturor măsurărilor sistemului, dar îndeplineşte de asemenea numeroase alte operaţii : control de proces, analiză, tratarea semnalului, gestiunea legăturilor serie sau paralel, vizualizarea rezultatelor, trasarea de curbe etc. Pentru aceasta, diverşii producători oferă o gamă largă de pachete software cu utilizare imediată, fără nici un fel de programare prealabilă. Tot acest software este în permanenţă adus la zi.

Este absolut evident că în aplicaţiile de achiziţie de date, eşantionarea semnalelor de intrare cu rate ridicate poate genera megaocteţi de date. La aceste rate, calculatorul personal (sau PC : Personal Computer) nu reuşeşte întotdeauna să urmărească evoluţia acestor date, astfel încît este necesară analiza datelor în timp real. În plus, adeseori sistemul trebuie să efectueze mai multe operaţii în acelaşi timp. PC-ul se poate dovedi incapabil să execute această analiză multitask în timp real. MS-DOS nu oferă posibilitatea lucrului în regim multitask.

Pentru rezolvarea tuturor acestor probleme, se adaugă un coprocesor la sistemul de achiziţie de date (fig. 2).

Practic, într-un sistem fără coprocesor, blocul de intrări/ieşiri analogice şi numerice se conectează direct la magistrala PC-ului printr-o interfaţă (fig. 3), PC-ul trebuind să gestioneze toate comenzile, să memoreze datele şi să le prelucreze.

Într-un sistem cu coprocesor, intrările/ieşirile sînt conectate la un microprocesor dedicat.

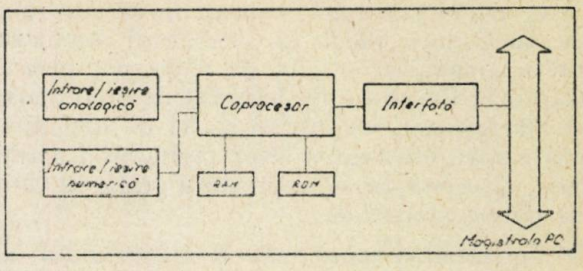


Fig. 2. Creşterea posibilităţilor de achiziţie de date a PC prin adăugarea unei plăci de coprocesor

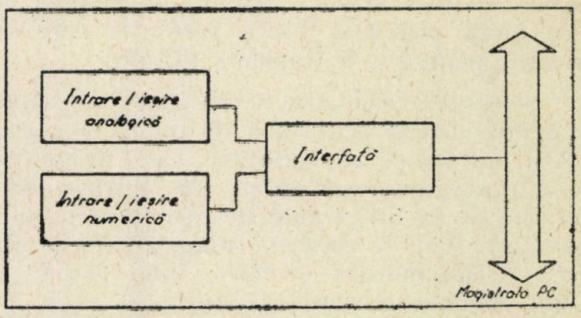


Fig. 3. Legarea directă a intrărilor/ieşirilor într-un sistem fără coprocesor la magistrala PC

Acesta este cel care controlează blocul de intrări/ieşiri, stochează datele într-o memorie locală şi le prelucrează în timp real. PC-ul comunică mai curînd cu coprocesorul decît cu blocul de intrări/ieşiri.

Un coprocesor de achiziţie este un procesor independent. Acesta execută un program diferit de cel al PC-ului. Poate prelucra date în timp real în paralel cu procesorul din PC, realizînd funcţiile multitask.

În fig. 4 se prezintă un exemplu de structură de asociere a unui coprocesor la un PC : în

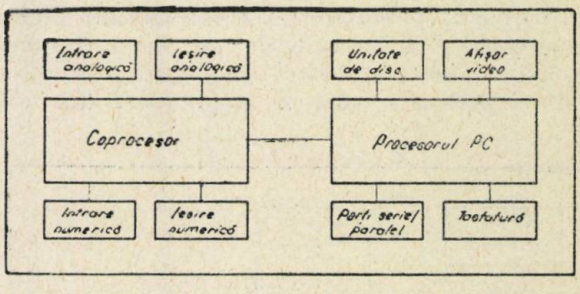


Fig. 4. Exemplu de structură cu coprocesor asociat unui PC

timp ce PC-ul controlează toate perifericele standard (unităţi de disc, terminal video, interfeţe de comunicaţie, tastatură), coprocesorul se ocupă de intrări/ieşiri.

Un mare număr de prelucrări se pretează a fi realizate de către coprocesor :

* În cazul în care mărimea de intrare este o temperatură măsurată cu un termocuplu, coprocesorul poate corecta neliniaritatea traductorului înainte de a transmite datele la PC.

* Calculele statistice, cum ar fi, de exemplu, cele ale valorii medii și a abaterii standard, sînt în general efectuate de către coprocesor. Procesorul PC-ului este degrevat de prelucrarea datelor primare, dispunînd astfel de mai mult timp pentru efectuarea altor prelucrări; acesta poate, de exemplu, să reprezinte grafic în timp real datele statistice.

* Schimbarea automată a intervalului de măsurare, care îmbunătățește precizia măsurării revine coprocesorului. Mărimea analogică este eșantionată și convertită într-o valoare numerică cu mai multe cîștiguri succesive; cel care oferă cea mai bună rezoluție este cel selectat pentru a fi transmis PC-ului.

* Selectarea semnalului relevant constituie o metodă foarte puternică de reducere a cantității de date: coprocesorul este programat să supravegheze semnalele de intrare doar pornind de la un semnal de declanșare predeterminat. Vor fi reținute numai valorile din jurul evenimentului urmărit, fiind astfel posibilă eliminatea datelor inutile.

Un avantaj foarte important al sistemelor cu coprocesor este că acestea pot depăși performanțele unui PC, puterea coprocesorului provenind de la structura sa dedicată prelucrării rapide în timp real: din ce în ce mai des plăcile de coprocesor sînt echipate cu procesoare de semnal numerice. De notat că, în cazul calculului unei transformante Fourier rapide (FFT) de 1 024 puncte, un PC 286 are nevoie de 650 ms, iar un PC 386 de 200 ms, în timp ce un coprocesor echipat cu un procesor de semnal DAP 2400 are nevoie de mai puțin de 20 ms.

În figura 5 se prezintă o magistrală de interfață de pe o placă de achiziție. Această magistrală dedicată permite comunicația între intrări/ieșiri, procesoare (DSP: Digital Signal Processor) și memoriile de pe placă. Capacitatea de transfer a acestei magistrale locale este mult superioară celei a magistralei din PC.

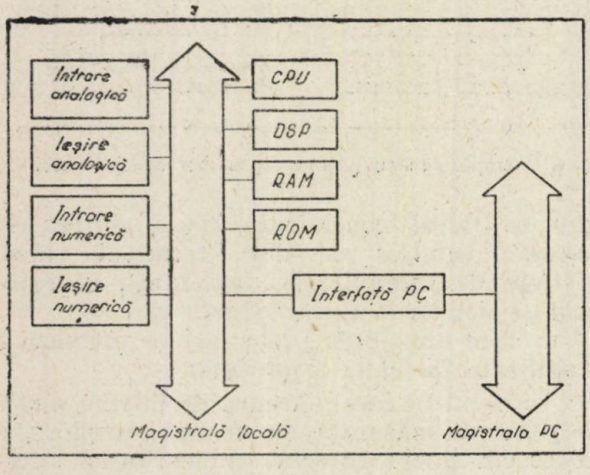


Fig. 5. Exemplu de structură de interfață a unei plăci de coprocesor

Magistrala locală nu este influențată de activitatea de pe magistrala din PC și acest lucru este de importanță primordială atunci cînd se urmărește stocarea continuă și rapidă pe disc. Cît timp magistrala PC-ului este ocupată cu scrierea pe disc, datele de achiziție pot fi reținute în memoria locală. Magistrala locală poate de asemenea transmite semnale de control și de ceas ce permit controlul ordinii în care sînt selectate canalele, cîștigul pe fiecare canal precum și alți parametri de intrare.

Evoluția instrumentației personale

Dezvoltarea instrumentației personale se datorează, fără nici o îndoială, calculatoarelor personale realizate de IBM.

Încă de la primele OC-uri realizate de IBM, s-a adoptat o arhitectură modulară incluzînd o magistrală de 8 biți a cărei frecvență de ceas se acordă la cea a procesorului **Intel 8088** (care era de 4,77 MHz).

A urmat apoi dezvoltarea rapidă a unei întregi game de plăci adiționale care au permis ridicarea calculatoarelor IBM PC și compatibile pînă la nivelul microcalculatoarelor standard.

Evoluția rapidă a microprocesoarelor a pus în evidență faptul că magistrala constituie unul din elementele determinante pentru puterea sistemelor informatice. În 1984 a fost lansat pe piață modelul AT avînd la bază procesorul **Intel 80286** pe 16 biți. Acesta a fost însoțit de o nouă magistrală ISA (Industry Standard Architecture), care nu este decît o extensie a magistralei existente completată cu un conector suplimentar.

Limitările acesteia din urmă au fost puse în evidență odată cu apariția procesoarelor pe 32 biți: acesta a fost momentul cînd IBM a decis să abandoneze standardul AT pentru a adopta o nouă arhitectură MCA (Micro Chanel Architecture) pentru seria PS/2.

Îmbunătățirea sensibilă adusă de noua magistrală o constituie fără îndoială introducerea noțiunii de **bus master**: acesta poate să preia controlul magistralei în funcție de nivelul său de prioritate și să adauge o zonă de memorie independentă. De remarcat că, în acest caz, capacitatea de transfer **DMA** (Direct Memory Access) crește (4 Mo/s pentru magistrala MCA față de 2 Mo/s pentru magistrala ISA), astfel încît procesorul 80386 al modelelor performante din seria calculatoarelor PS/2 beneficiază de un mod de acces privilegiat la memoria centrală, transferul de date între procesoare fiind considerabil îmbunătățit (debitul poate atinge 40 Mo în modul **flot**, respectiv 80 Mo în modul **flot multiplexat**).

Spre sfîrșitul anului 1988, o variantă de MCA a fost propusă de „grupul celor nouă" (Compag, AST, Epson, Hewlett-Packard, Nec,

Olivetti, Tandy, Wyse şi Zenith), anume magistrala EISA (Extended Industry Standard Architecture). Această magistrală oferă procesoarelor pe 32 biţi (80386 şi 80486) :

* un spaţiu adresabil extins ;

* o configurare a plăcilor prin program :

* o arhitectură care acceptă procesoarele multiple.

Marele său avantaj îl reprezintă perfecta compatibilitate cu plăcile dezvoltate pentru magistralele PC şi AT.

Care este viitorul acestei magistrale EISA ?

Datorită continuităţii pe care o prezintă în raport cu soluţiile precedente, magistrala este bine primită de către producătorii de plăci, aceştia netrebuind să îşi schimbe metodele de producţie, deoarece suprafaţa disponibilă pentru plăcile EISA rămîn nemodificate în raport cu cea a extensiilor ISA.

Pe termen scurt, se pare că introducerea acestei magistrale rămîne rezervată mai curînd pentru sistemele performante, dat fiind interesul restrîns pentru debite mari.

La **Apple,** introducerea lui **Macintoch II** (1987) şi arhitectura sa de magistrală deosebită, **Nubus,** constituie un eveniment în domeniul industrial. Această magistrală, independentă de procesor şi simplă, se adaugă magistralei dedicate pentru **68020** (sau **68030**). Ea a fost concepută în scopul îmbunătăţirii transferului între subsisteme cu ajutorul unui protocol general pentru schimbul de date între CPU şi periferice ; utilizatorul poate adăuga cu uşurinţă o multitudine de funcţiuni speciale.

Această magistrală evolutivă operează în regim **„multimaster".** Preluînd controlul maşinii, o placă poate să scrie în memoria unei alte plăci. Această caracteristică este interesantă în special în cazul instalării controlerelor de periferice inteligente, care sînt adesea cerute pentru a degreva la maximum procesorul din CPU şi a avea acces la memoria centrală. De asemenea, principiul multimaster permite efectuarea cu uşurinţă a prelucrărilor paralele şi lucrul în regim multitask. Toate acestea justifică pătrunderea relativ uşoară a calculatoarelor **MAC II** în domeniul instrumentaţiei. Pentru ilustrare, se pot menţiona plăcile de achiziţie destinate MAC II, specializate pentru multifuncţii (**DT 2211 PGL** şi **PGH**) şi pentru prelucări de imagini (**DT 2255** şi **QUICKCAPTURE**) comercializate de compania Data Translation din 1988.

Perspective de viitor ale instrumentaţiei personale

Prima sa apariţie, marcată de introducerea unui osciloscop numeric realizat cu ajutorul unui calculator personal, a semnalat intenţia de a deschide o pagină nouă în istoria instrumentaţiei. Noutatea nu constă în caracteristicile sale, pentru că era vorba de un osciloscop cu două canale de 50 MHz, cu o rezoluţie de 8 biţi.

Modul de prezentare şi utilizarea sa, în schimb, erau mult deosebite faţă de aparatele tradiţionale : o simplă placă introdusă într-un microcalculator Apple II, tastatura acestuia din urmă servind ca interfaţă cu utilizatorul.

Pentru anii ce vin, se poate întrevedea o banalizare considerabilă a instrumentaţiei personale, ca urmare a reducerii costului şi a dimensiunilor plăcilor. Este posibil ca acest concept să se extindă la maşinile puternice păstrînd o compatibilitate crescîndă a produselor, pentru a oferi utilizatorilor o întreagă gamă de instrumente personale.

Noi sisteme de legătură între calculator şi operator ar putea face obiectul realizării unor noi interfeţe.

* **sinteza vocală** pe calculator poate constitui un mijloc de atragere a atenţiei şi de eliberare de citirea sistematică a ecranului, sau chiar de îndrumare a operatorului într-un proces ;

* **ecranul tactil** ar putea permite eliminarea tastaturii în situaţiile în care aceasta este mai curînd o sursă de eroare decît o necesitate.

Mai mult ca oricînd, „măsurarea" constituie vîrful de lance al cercetării la toate nivelele. Aceasta reprezintă un puternic factor de înnoire. Ea condiţionează dezvoltarea de noi tehnologii. Evoluţia sa este marcată de numărul mereu crescînd de parametri de urmărit şi o exigenţă în ce priveşte calitatea din ce în ce mai severă. Instrumentaţia personală care este pe cale să producă o schimbare profundă a conceptului tradiţional de măsurare, trebuie să aducă o contribuţie de primă importanţă la această evoluţie.

Justeţea valorilor măsurate cu traductoare de forţă

NICOLAE FÂNTÂNARU *

Abstract: *Inaccuracy of measurement for six force transducers is considered. Quantitative evaluation is performed using the standard method, the inaccuracy of measurement being defined as the sum of the repeatability error and the linearity error. A comparison between its expression in terms of relative values and reduced values in the case of traction/compression for loading/unloading, respectively, is performed. The necessity to express the inaccuracy of measurement in terms of reduced values, in compliance with most of the standards, is emphasized.*

Résumé: *On examine l'imprécision de mesurage pour six traducteurs de force. L'évaluation quantitative a été réalisée suivant la méthode standardisée, l'imprécision de mesurage étan définie comme la somme de l'erreur de fidélité et l'erreur de linearité. On compare l'imprécision de mesurage exprimée en valeurs relatives et, réspectivement, en valeurs réduites dans le cas de traction / compression pour chargement /déchargement. On souligne la nécessité d'exprimer l'imprecision de mesurage en valeurs réduites, correspondant a la plupart des standards.*

1. Definiţia justeţei

În accepţia standardizată [8] justeţea se defineşte drept caracteristica metrologică a unui mijloc de măsurare care exprimă calitatea acestuia în ceea ce priveşte gradul de afectare a rezultatelor măsurărilor cu erori sistematice. Prin eroare sistematică se înţelege [6] componenta erorii de măsurare care rămîne constantă, atît ca valoare absolută cît şi ca semn, atunci cînd se măsoară în condiţii de repetabilitate [3], sau care variază într-un mod previzibil, cînd condiţiile se modifică.

Eroarea de justeţe este considerată ca un sinonim al componentei sistematice a erorii [8] care reprezintă eroarea sistematică de măsurare datorită exclusiv mijlocului de măsurare. Cu alte cuvinte, prin eroare de justeţe se înţelege [6] eroarea sistematică instrumentală; componenta sistematică a erorii nu include eroarea de histerezis [8].

Extinderea conceptului de justeţe (aplicat mijloacelor de măsurare) prin aplicarea sa şi asupra rezultatelor măsurărilor, a procesului de măsurare şi metodelor de măsurare, s-a afirmat pe plan internaţional prin elaborarea standardului ISO/DIS 5725—1 [4] în care prin justeţe se înţelege gradul de concordanţă dintre valoarea medie obţinută dintr-un număr mare de rezultate ale unei măsurări repetate şi o valoare de referinţă acceptată (valoarea convenţional adevărată). Justeţea înseamnă deci corectitudine, în sensul abaterii mediei faţă de valoarea adevărată, fără a lua în considerare dispersia rezultatelor individuale. Cantitativ, justeţea este exprimată prin erorile sistematice asociate rezultatelor unei măsurări [5].

În cazul traductoarelor folosite la măsurarea forţelor, în tabelul 1 se descriu parametrii metrologici determinaţi în scopul obţinerii erorilor de justeţe e_j exprimate în valori relative (procente din valoarea justă a semnalului de ieşire la sarcina aplicată) şi $e_{jr\alpha}$ exprimate în valori raportate (procente din valoarea justă a semnalului de ieşire la sarcina nominală).

2. Încercările efectuate

Determinarea experimentală a performanţelor de justeţe s-a efectuat asupra unui lot de şase traductoare de forţă Philips de clasă 0,5 ale căror caracteristici tehnice sînt menţionate într-o lucrare anterioară [3]. Încercarea acestor traductoare s-a executat la maşina etalon cu încercări directe de 50 kN, cu incertitudinea de $5 \cdot 10^{-5}$ astfel că raportul de exactitate la transmiterea unităţii de măsură a forţei rezultă: clasă traductor/clasă etalon = $= 0{,}5\,\% / 5 \cdot 10^{-5} \cdot 100\,\% = 100$, valoarea minimă care trebuie asigurată acestui raport fiind în general 0.

Traductoarele s-au încercat la zece trepte de sarcină uniform repartizate pe intervalul de măsurare, cu excepţia traductoarelor D 1327 şi D 1352 care s-au încercat la nouă trepte de sarcină, amănunte arătate într-o lucrare anterioară [3]. Treptele de sarcină s-au aplicat în sens crescător pînă la sarcina nominală F_n iar de aici în sens descrescător pînă la zero. Fiecare treaptă de sarcină s-a aplicat de cîte şase ori în aceleaşi condiţii.

3. Rezultatele obţinute

Determinarea performanţelor de justeţe s-a efectuat după formulele din tabelul 1 pe cale analitică. Rezultatele obţinute sînt cuprinse în tabelul 2 pentru primul traductor încercat (D 1009) şi în tabele similare pentru celelalte cinci traductoare. Cu ajutorul datelor din aceste

* Institutul Naţional de Metrologie, Laboratorul Forţe-Duritãţi, Timişoara 4, str. Crizantemelor nr. 64.

Tabelul 1

Parametrii metrologici pentru definirea justeței

Nr. crt.	Denumirea parametrului metrologic		*U/M*	Simbolul și relația de calcul
1	Sarcina	aplicată la încărcarea (descărcarea) traductorului	kN; kgf	F
2		nominală a traductorului		F_n
3	Valoarea medie a semnalului de ieșire	la o anumită treaptă de sarcină F	$\frac{\mu m}{m}$	$\bar{c}$
4	Valoarea justă a semnalului de ieșire	la sarcina nominală F_n		c_{jn}
5		la o anumită treaptă de sarcină F		$c_j = c_{jn} \cdot F/F_n$
6	Eroarea de justețe	relativă	%	$e_j = \frac{\bar{c} - c_j}{c_j} 100 = \left(\frac{\bar{c}}{\bar{c}_{jn} \cdot F/F_n} - 1 \right) \cdot 100$
7		raportată		$e_{jra} = \frac{\bar{c} - c_j}{c_{jn}} 100 = \left(\frac{\bar{c}}{c_{jn}} - F/F_n \right) \cdot 100$

Tabelul 2

Rezultatele obținute la testarea traductorului D 1009

Nr. crt.	F		F/F_n	μm/m			%	
	kN	kgf	kN/kN	$\bar{c}_i$	$\bar{c}$	c_j	e_j	e_{jra}
1	0	0	0	4640,0	0	0	—	—
2	0,49	50	0,1	4441,7	199,3	200	−0,35	−0,04
3	0,98	100	0,2	4240,0	400,0	400	0	0
4	1,47	150	0,3	4039,7	600,0	600	0	0
5	1,96	200	0,4	3840,0	799,8	800	−0,03	−0,01
6	2,45	250	0,5	3640,0	999,8	1000	−0,02	−0,01
7	2,94	300	0,6	3440,0	1199,7	1200	−0,03	−0,02
8	3,43	350	0,7	3241,0	1399,2	1400	−0,06	−0,04
9	3,92	400	0,8	3042,3	1598,3	1600	−0,11	−0,09
10	4,41	450	0,9	2842,0	1798,7	1800	−0,07	−0,07
11	4,90	500	1,0	2641,3	1999,2	2000	−0,04	−0,04
21	4,41	450	0,9	2840,3	1799,7	1800	−0,02	−0,02
13	3,92	400	0,8	3038,7	1601,0	1600	0,06	0,05
14	3,43	350	0,7	3239,3	1400,3	1400	0,02	0,02
15	2,94	300	0,6	3440,0	1200,2	1200	0,02	0,01
16	2,45	250	0,5	3640,0	1000,8	1000	0,08	0,04
17	1,96	200	0,4	3838,7	801,3	800	0,16	0,07
18	1,47	150	0,3	4039,0	600,8	600	0,13	0,04
19	0,98	100	0,2	4239,0	401,0	400	0,25	0,05
20	0,49	50	0,1	4439,0	200,7	200	0,35	0,04
21	0	0	0	4639,7	0,3	0	—	0,02

Tabelul 3

Eroarea de justeţe pe intervalul de măsurare a traductoarelor testate

Traductor nr. TR-Tracţiune CO–Compresiune	Valori relative (% din valoarea justă a semnalului de ieşire la sarcina aplicată c_j)		Valori raportate (% din valoarea justă a semnalului de ieşire la sarcina nominală c_{jn})	
	e_j		e_{jra}	
	Încărcare	Descărcare	Încărcare	Descărcare
D 1009 TR	−0,35... 0	−0,02... 0,35	−0,09... 0	−0,02... 0,07
D 802 TR	−0,88...−0,40	−0,35... 7,35	−0,73...−0,04	−0,32... 1,04
D 1327 CO	0,49... 2,85	−0,10... 1,50	0,22... 0,59	−0,08... 0,65
D 1352 CO	−0,52... 0,05	−0,75... 0,47	−0,52... 0,01	−0,25... 0,24
D 955 CO	−0,15... 0,38	−0,05... 1,15	−0,04... 0,12	−0,04... 0,32
D 1013 CO	−0,65...−0,18	−0,62...−0,10	−0,46...−0,04	−0,51...−0,01

tabele s-a întocmit tabelul 3 care sintetizează rezultatele obţinute prin redarea erorii de justeţe pe întreg intervalul de măsurare al fiecărui traductor. Tot în baza datelor din aceste tabele, în fig. 1 s-a reprezentat variaţia erorii de justeţe relative e_j şi raportate e_{jra} în funcţie de sensul aplicării forţei (încărcare-descărcare) şi de natura solicitării (tracţiune-compresiune). În partea din dreapta a fig. 1 s-a reprezentat delimitarea domeniului de variaţie al acestor erori corespunzătoare întregului interval de măsurare, pentru tragerea unor concluzii. Interpretarea datelor din tabelul 3 şi fig. 1 duce la constatările ce urmează.

3.1. *Dependenţa justeţei de sensul aplicării forţei*

La încărcare:

— eroarea de justeţe relativă variază în intervalul (−0,35...0,38)% pentru traductoarele D 1009 şi D 955, respectiv în intervalul (−0,88...2,85)% pentru traductoarele D 802, D 1327, D 1352 şi D 1013 care depăşesc clasa de exactitate;

— eroarea de justeţe raportată variază în intervalul (−0,46...0,12)% pentru traductoarele D 1009, D 955 şi D 1013, respectiv în intervalul (−0,73...0,59)% pentru traductoarele D 802, D 1327 şi D 1352 care depăşesc clasa de exactitate.

La descărcare:

— eroarea de justeţe relativă variază în intervalul (−0,75...7,35)% depăşind cu mult clasa de exactitate, cu excepţia traductorului D 1009 la care variază în intervalul (−0,02... 0,35)%;

— eroarea de justeţe raportată variază în intervalul (−0,51...0,32)% cu excepţia traductoarelor D 802 şi D 1327 la care variază în intervalul (−0,32...1,04)% depăşind clasa de exactitate.

3.2. *Dependenţa justeţei de natura solicitării*

La tracţiune:

— eroarea de justeţe relativă variază în intervalul (−0,35...0,35)% la traductorul D 1009, respectiv în intervalul (−0,88... ...7,35)% la traductorul D 802 care depăşeşte cu mult casa de exactitate;

— eroarea de justeţe raportată variază în intervalul (−0,09...0,07)% la traductorul D 1009, respectiv în intervalul (−0,73... ...1,04)% la traductorul D 802 care depăşeşte şi în acest caz casa de exactitate.

La compresiune:

— eroarea de justeţe relativă variază în intervalul (−0,75...2,85)% toate cele patru traductoare depăşind clasa de exactitate;

— eroarea de justeţe raportată variază în intervalul (−0,51...0,32)% la traductoarele D 955 şi D 1013, respectiv în intervalul (−0,52...0,65)% la traductoarele D 1327 şi D 1352 care depăşesc clasa de exactitate.

4. Concluzii

Performanţele de justeţe ale traductoarelor încercate se prezintă în ansamblu astfel:

— eroarea de justeţe relativă înregistrează valori în intervalul (−0,88...7,35)% depăşind vizibil clasa de exactitate, cu excepţia traductorului D 1009 cu intervalul (−0,35...0,35)%;

— eroarea de justeţe raportată înregistrează valori în intervalul (−0,51...0,32)% pentru traductoarele D 1009, D 955 şi D 1013, respectiv în intervalul (−0,73...1,04)% pentru traductoarele D 802, D 1327 şi D 1352 care depăşesc clasa de exactitate.

Se constată că exprimarea erorii de justeţe în valori relative (procente din valoarea justă a semnalului de ieşire la sarcina aplicată) duce la depăşirea valorii admise pentru clasa 0,5 la

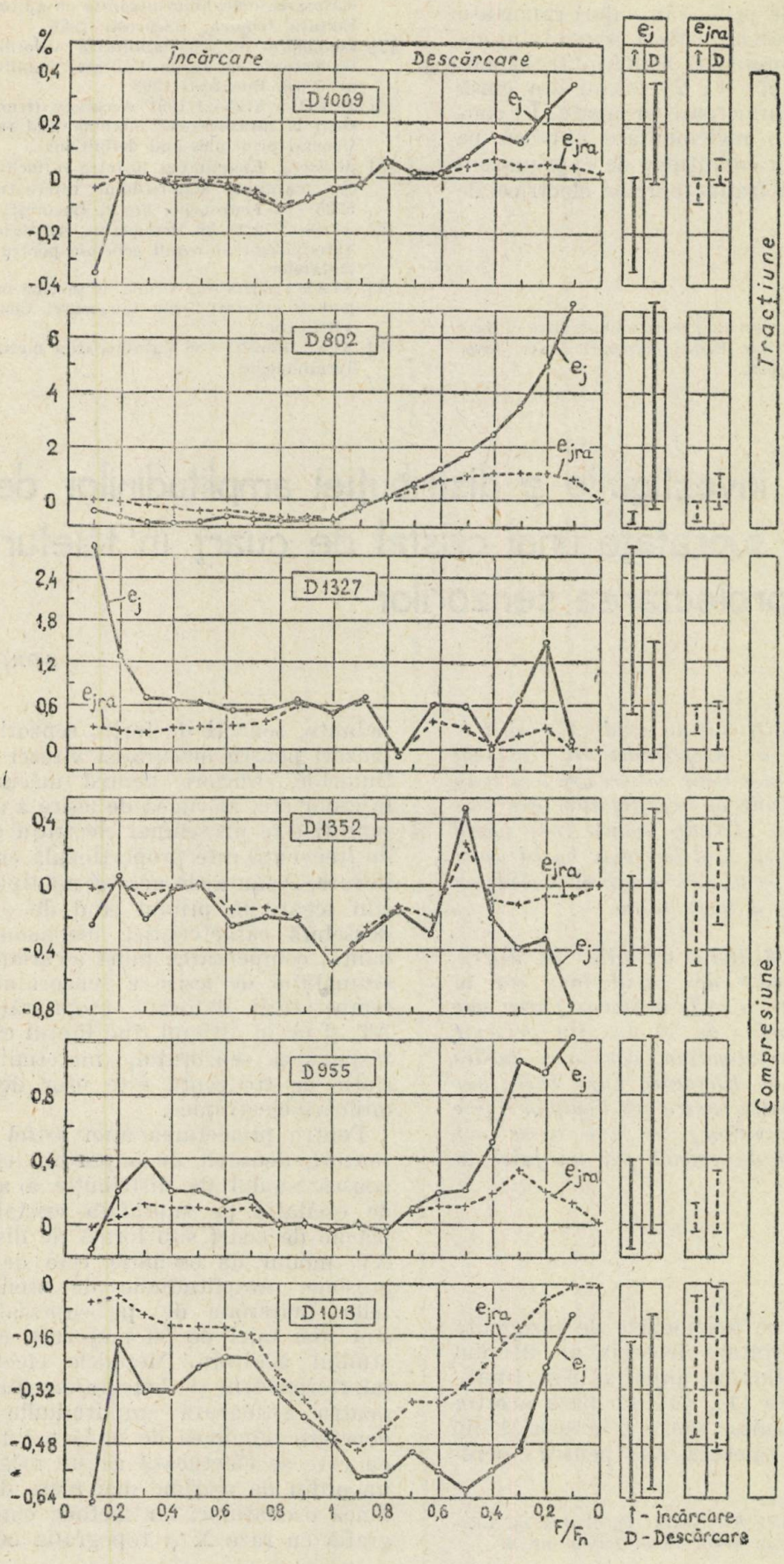

%
Încărcare
Descărcare
D1009
D802
D1327
D1352
D955
D1013
e_j
e_{jra}
Tracțiune
Compresiune
F/Fn
↑ - încărcare
D - Descărcare

Fig. 1

cinci din cele șase traductoare încercate, iar exprimarea erorii de justețe în valori raportate (procente din valoarea justă a semnalului de ieșire la sarcina nominală) conform reglementărilor în vigoare [7; 1; 2] scoate din clasă trei din cele șase traductoare încercate. În concluzie se impune o reglementare univocă pe plan internațional a condițiilor de exprimare a erorii de justețe a traductoarelor electrice de forță.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Bray A., Barbato G., Levi R.* Theory and practice of force measurement. Academic Press, Harcourt Brace Jovanovich, London, 1990.

[2] *Constantinescu I. N., Ștefănescu D. M., Sandu M. A.* Măsurarea mărimilor mecanice cu ajutorul tensometriei. Editura tehnică, București 1989.

[3] *Fântânaru N.* Repetabilitatea valorilor măsurate cu traductoare de forță. Calitate, fiabilitate, metrologie, nr. 7—8, București 1990

[4] ISO-DIS 5725—1/1991 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 1: General principles and definitions

[5] *Millea A.* Exactitatea, justețea și fidelitatea măsurărilor (pe marginea standardului internațional ISO—DIS 5725—1). Metrologie, nr. 2, București 1991.

[6] STAS 2872/1—86 Prelucrarea rezultatelor măsurărilor. Terminologie și reguli generale pentru prezentarea rezultatelor

[7] STAS 11852/4—92 Celule de sarcină cu tensorezistoare pentru măsurat forțe sau mase. Condiții tehnice de verificare.

[8] STAS 12624/1—88 Caracteristici metrologice normate. Terminologie.

Metode de investigație a distribuției amplitudinilor de oscilație pe suprafețe unul cristal de cuarț în tăietură AT utilizate în proiectarea senzorilor

ADRIAN BUDURA *

Abstract: *It is difficult to study the distribution of vibraton amplitudes of AT-cut quartz crystals, because their values are less than 50 nm. Three methods of investigation are described, two of them already known (one based upon the speckle effect and the other based upon the pressure test) and one original based on local heating using a laser beam.*

Résumé: *Il est difficile d'etudier la distribution des amplitudes des oscillations sur la surface d'un quartz a AT taillade, parce que leur valeurs sont moins de 50 nm. On présente trois méthodes d'investigation, deux des quelles déja décrites dans la literature (une basée sur l'effet speckle et l'autre bassée sur l'emploi d'une transducteur de pression), et une basée sur l'echauffement local du cristal par un faisceau laser.*

Introducere

Senzorii bazați pe fenomenele de rezonanță au cunoscut o dezvoltare deosebită în ultimiul deceniu, apărînd lucrări importante în literatura de specialitate [1], [2]. Pe baza acestor fenomene se construiesc senzori, în special din plăci de cuarț în tăietură AT, pentru microbalanțe, senzori de forță, senzori de presiune senzori pentru măsurarea vitezei de curgere a fluidelor, senzori pentru măsurarea puterii laserilor etc. Mărimea de ieșire a acestui tip de senzori este un semnal electric a cărui variație de frecvență este proporțională cu mărimea de intrare. Avantajele acestor noi tipuri de senzori sînt legate în primul rînd de o sensibilitate deosebită caracteristică fenomenelor de rezonanță, compensarea bună a variației frecvenței semnalului de ieșire a senzorului cu variația temperaturii datorată proprietăților tăieturii AT, și nu în ultimul rînd faptul că mărimea de răspuns a senzorului, materializată în variație de frecvență este ușor de măsurat cu mijloace electronice.

Pentru proiectarea unor astfel de tipuri de senzori, deosebit de important este să se cunoască modul de distribuție a amplitudinilor de oscilație pe suprafața cristalului. Pentru plăcile de cuarț sub formă de disc în tăietură AT, modul de oscilație este de forfecare în grosime. Amplitudinile de oscilație a punctelor materiale de pe suprafața cristalului sînt mai mici de 50 nm, ceea ce face dificil studiul acestora. Metodele electro-optice ca interferometria și holografia sînt inadecvate pentru a măsura amplitudinile de oscilație deoarece lungimea de undă a luminii laserilor cu care se efectuează aceste măsurări este cu un ordin de mărime mai mare decît amplitudinea oscilațiilor, iar metode cum ar fi topografia cu raze X și topografia cu difracție cu

* Universitatea Tehnică Timișoara. Facultatea de Electronică și Telecomunicații, B-dul Vasile Pîrvan nr. 2.

neutroni sînt deosebit de laborioase, nepermiţînd studiul variaţiei distribuţiei amplitudinilor de oscilaţie, atunci cînd asupra cristalului se acţionează cu o perturbaţie exterioară a cărei mărime şi variaţie dorim să o punem în evidenţă.

În lucrare se prezintă două metode de studiu a distribuţiei amplitudinilor de oscilaţie existente în literatură, şi o metodă originală elaborată de autor. Toate cele trei metode sînt aplicabile pentru studiul senzorilor, iar în finalul lucrării se face o comparaţie între cele trei metode.

1. Metoda de investigaţie utilizînd efectul speckle

Această metodă de măsurare a distribuţiei amplitudinilor vibraţiilor pe suprafaţa unui rezonator de cuarţ în tăietură AT a fost dezvoltată de *L. Wimmer, S. Hertl, J. Hementsberger* şi *E. Benes*, [3] bazîndu-se pe efectul speckle, potrivit căruia lumina provenită de la o sursă de radiaţie coerentă, de exemplu laser, cînd se reflectă de o suprafaţă cu o rugozitate mai mare decît lungimea de undă a radiaţiei coerente, cîştigă un aspect granular. Este convenabil a se utiliza termenul de „model speckle" pentru imaginea ce apare pe un ecran plat situat la distanţa L de suprafaţa de rugozitate ridicată în urma reflexiei luminii conform fig 1. Acest „model speckle" este format

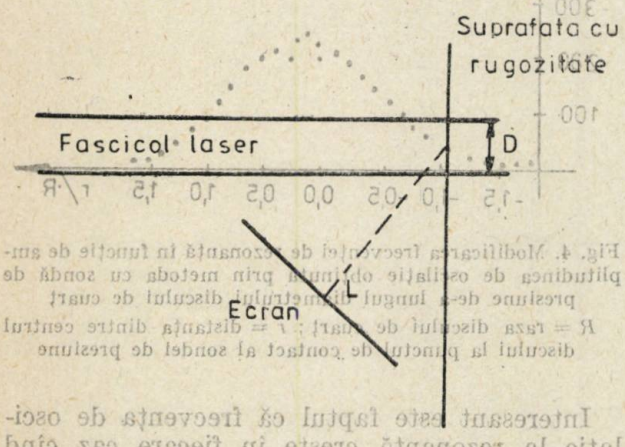


Fig. 1. Schema de principiu pentru metoda utilizînd efectul speckle

din zone întunecoase şi zone luminoase, aceste zone purtînd şi denumirea de speckle. Diametrul mediu al unui speckle s, definit ca distanţa medie între două speckle luminoase, depinde de lungimea de undă λ a luminii, de aria D a fascicolului de lumină laser şi de distanţa L dintre punctul de observaţie şi suprafaţa cu rugozitate, avînd valoarea :

$$s \approx \lambda L/D \qquad (1)$$

Prin poziţionarea unei fotodiode, oriunde în cîmpul speckle, curentul furnizat de acesta va fi proporţional cu intensitatea luminii detectate. În figura 2 se prezintă o secţiune a unui model speckle cu arii distincte

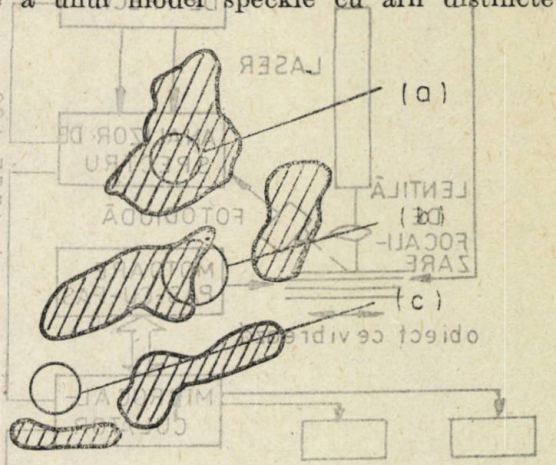


Fig. 2. „Modelul speckle" (a) zonă luminoasă, (b) zonă cu luminozitate intermediară, (c) zonă întunecată

întunecoase şi luminoase. Zona (a) este de luminozitate mare, zona (b) este de luminozitate intermediară şi zona (c) este de luminozitate scăzută. Modificînd poziţia fotodiodei de la (a) la (c) se vor obţine toate poziţiile intermediare.

Dacă suprafaţa cu rugozitate vibrează cu o frecvenţă w, atunci deplasarea spotului iluminat (x, y) este dată de formula :

$$u(x, y, t) = u_0(x, y) \sin wt \qquad (2)$$

iar curentul furnizat de fotodiodă va avea expresia :

$$i(x, y, t) = I_0[C_1(x, y) + C_2(x, y) \sin wt] \qquad (3)$$

unde I_0 este intensitatea luminii laser, $C_1(x, y)$ depinde de poziţia relativă a fotodiodei între două speckle atunci cînd nu există mişcare vibratorie, iar $C_2(x, y)$ exprimă gradul de modulare al curentului fotodiodei datorat mişcării vibratorii. Dacă deplasarea „modelului speckle" este mică în comparaţie cu mărimea specklelor $C_2(x, y)$ este zero sau aproape zero pentru poziţiile (a) şi (c) şi numai în punctul (b) există componente diferite de zero pentru $i(x, y, t)$ la frecvenţa de oscilaţie a plăcii.

Pe baza acestui principiu, autorii [3] au realizat un sistem complex de măsurare a amplitudinii de vibraţie în diferite puncte de pe suprafaţa unei plăci de cuarţ în formă de disc, care oscilează în modul de forfecare în grosime prezentat în figura 3. Cristalul de cuarţ pilotat în frecvenţă de un sintetizator de frecvenţă este deplasat în planul perpendicular pe fas-

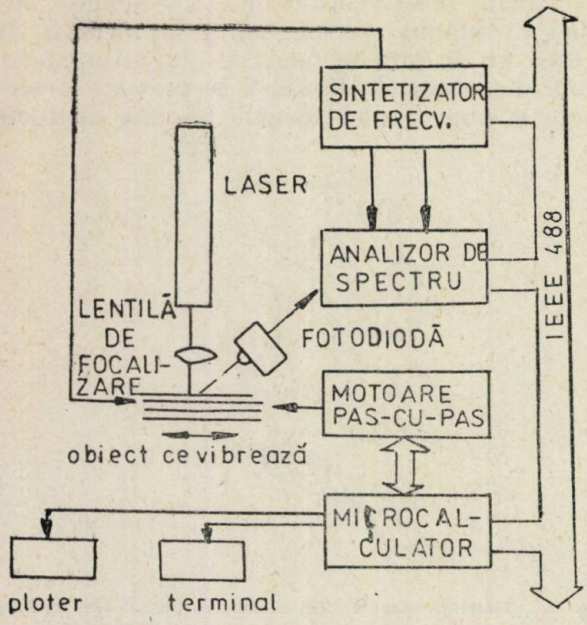


Fig. 3. Sistem de măsurare a distribuției amplitudinilor de oscilație utilizînd efectul specke

cicolul laser cu ajutorul a două motoare pas-cu-pas, iar variația curentului fotodiodei este furnizată unui analizor de spectru care este calat pe frecvența de oscilație a suprafeței rugoase de analizat și are o lărgime de bandă de 3 Hz, reținîndu-se astfel semnalul proporțional cu $C_2(x, y)$. Întregul sistem este condus de un microcalculator printr-o interfață IEEE 488. Prin intermediul microcalculatorului se realizează și o mediere a valorilor obținute pentru a se înlătura efectele zgomotelor ce apar în sistemul de măsurare. Cu ajutorul acestui sistem de măsurare s-au investigat, cu o rezoluție deosebită, distribuția amplitudinilor de oscilație de pe suprafața unui disc de cuarț, atît pentru frecvența de rezonanță fundamentală cît și pentru armonica a 3-a.

2. Metoda de investigare cu sonda de presiune

Metoda dezvoltată de *B. A. Martin* și *H. E. Hager* [4], constă în baleierea suprafeței cristalului de cuarț prin contact cu un fir subțire de tungsten de grosime de 7,12 μm. La atingerea suprafeței cristalului cu acest fir se produce o deviație a frecvenței de oscilație la rezonanță a discului, care este proporțională cu amplitudinea de oscilație a zonei de disc unde are loc contactul. Saltul de frecvență este pozitiv și depinde de forța cu care firul este apăsat pe cristal.

La o presiune constantă a firului pe suprafața cristalului, prin modificarea punctului de contact pe suprafață se pot identifica amplitudinile de oscilație la suprafața cristalului. Cristalul de cuarț oscilează în modul de forfecare în grosime, iar scanarea suprafeței cu ajutorul firului de tungsten, numit și sondă de presiune, se face fie mișcînd cristalul, fie mișcînd firul, cu ajutorul unei mese micrometrice, capabilă a se deplasa în plan după două coordonate.

Variația frecvenței de oscilație la rezonanță cu amplitudinea de oscilație depinde de tipul materialului din care este construită sonda, precum și de direcția de deplasare a sondei pe suprafața oscilantă (înainte-înapoi), constatîndu-se existența unui histerezis. Pentru eliminarea histerezisului s-a utilizat numai deplasarea într-o singură direcție a sondei de presiune pe suprafața oscilantă și pentru eliminarea zgomotului datorat rugozității s-au mediat valorile de frecvențe obținute pentru trei scanări succesive a suprafeței oscilante. Această metodă a fost aplicată pentru studierea modului de oscilație a unui rezonator de cuarț sub formă de disc cu diametrul de 12 mm care oscilează la 10 MHz, iar valorile saltului de frecvență pentru mișcarea sondei de-a lungul diametrului discului de cuarț, pentru modul fundamental de oscilație, sînt prezentate în figura 4.

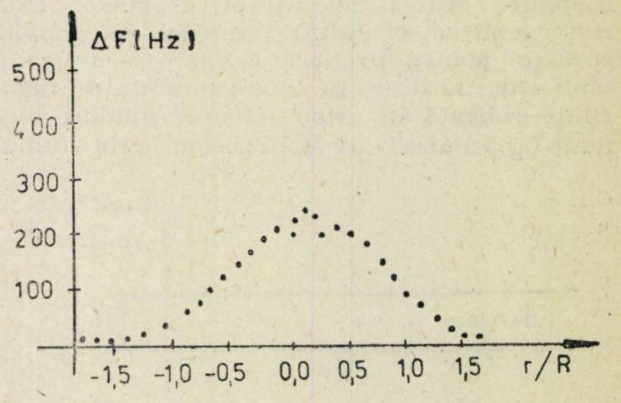


Fig. 4. Modificarea frecvenței de rezonanță în funcție de amplitudinea de oscilație obținută prin metoda cu sondă de presiune de-a lungul diametrului discului de cuarț

R = raza discului de cuarț; r = distanța dintre centrul discului la punctul de contact al sondei de presiune

Interesant este faptul că frecvența de oscilație la rezonanță crește în fiecare caz cînd sonda de presiune atinge suprafața oscilantă în puncte în care amplitudinea de oscilație este diferită de zero, deși dacă am asimila fenomenul cu o încărcare masică a suprafeței oscilatorului, saltul frecvenței de rezonanță ar trebui să fie negativ. Explicația fenomenului oferită de autori [4] este legată de faptul că sonda de presiune contribuie prin mărirea rigidității întregului sistem oscilant la creșterea frecvenței de oscilație la rezonanță. În aceeași lucrare se oferă două metode aproximative de calcul a amplitudinii oscilațiilor la suprafața cuarțului.

3. Metoda de investigație prin încălzire locală cu laser

Această metodă de investigație se bazează pe faptul că un disc de cuarț care oscilează la rezonanță dacă este încălzit local cu un fascicol de lumină coerentă, laser, suferă o deviație a frecvenței de rezonanță proporțională cu amplitudinea de oscilație a zonei de disc iluminată și cu puterea fascicolului laser. Saltul pozitiv al frecvenței de rezonanță la iluminarea discului de cuarț cu un fascicol laser depinde de asemenea de variația cu temperatura a unei serii întregi de mărimi cum ar fi coeficienții de elasticitate, termoelastici, piezoelastici de ordin superior, precum și de variația structurii intime a cristalului, atunci cînd se instalează un gradient termic de suprafață. Valorile acestor coeficienți, precum și variația lor cu temperatura, sînt încă subiecte de discuție în literatura de specialitate [5], [6]. Un model al discului de cuarț a fost dezvoltat pentru aprofundarea explicațiilor teoretice legate de acest fenomen, dar acesta nu face subiectul lucrării de față.

Deși conform curbelor de variație a frecvențelor cu temperatura [7] încălzirea uniformă a cristalului oscilant implică scăderea frecvenței de oscilație la rezonanță odată cu creșterea temperaturii (pentru o valoare inițială a temperaturii de 20°C), saltul frecvenței de rezonanță a cristalului este pozitiv. Există astfel o analogie perfectă între fenomenul descris mai sus și fenomenele de încărcare masică existente la metoda de investigație cu sondă de presiune.

În experiențele efectuate pentru investigarea amplitudinilor de oscilație pentru un disc de cuarț s-au utilizat două surse de lumină coerentă, un laser cu He—Ne de tip „Spectra Physics" model 124B cu lungimea de undă de 623,8 nm, și un laser cu Ar de tip ILA 120 cu lungimea de undă de 488 nm. Am folosit trei oscilatoare cu cuarț cu frecvențele de rezonanță de 6800 kHz, 11155 kHz și 18432 kHz, care au fost montate în bucla de reacție a unui oscilator realizat cu un amplificator integrat de tipul μA733. Citirea valorilor de frecvență s-a efectuat cu ajutorul unui frecvențmetru E 0205, iar puterea fascicolului laser s-a măsurat cu un instrument de tip LM 2.

Dependența dintre deviația frecvenței de oscilație la rezonanță a discului de cuarț la iluminarea cu o rază laser în funcție de puterea fascicolului laser este prezentată în figura 5. Se observă că pentru o aceeași putere a fascicolului laser, răspunsul în frecvență al senzorului este mai bun pentru lungimea de undă de 488 nm decît la 632,8 nm și aceasta se datorează coeficientului diferit de reflexie al suprafeței electrodului care este în cazul nostru de aluminiu. Coeficientul de reflexie este mai mic

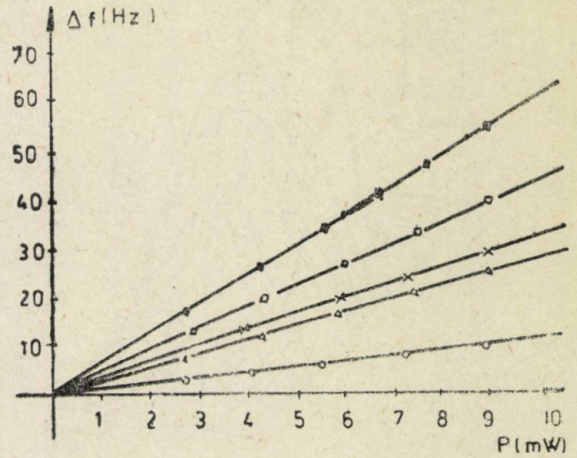


Fig. 5. Variația frecvenței de oscilație a unui disc de cuarț iluminat central în funcție de puterea fascicolului, lungimea de undă a luminii și frecvența de oscilație f_r ○ : f_r = = 6800 kHz, λ = 632,8 nm ; Δ : f_r = 11155 kHz, λ = = 632,8 nm ; x : f_r = 6800 kHz, λ = 488 nm ; □ : f_r = = 18432 kHz, λ = 632,8 nm ; ■ : f_r = 11155 kHz, λ = = 488 nm

pentru lumina albastră decît pentru cea roșie, deci valoarea temperaturii în punctul de iluminare va fi diferită.

Prin montarea unui cristal de cuarț ce are ca frecvență de rezonanță valoarea de 6800 kHz și un diametru de 10 mm, pe o masă micrometrică ce permite deplasarea lui într-un plan perpendicular pe un fascicol laser, s-a ridicat o hartă a distribuției amplitudinilor de oscilație la suprafața acestuia. Se observă în figura 6

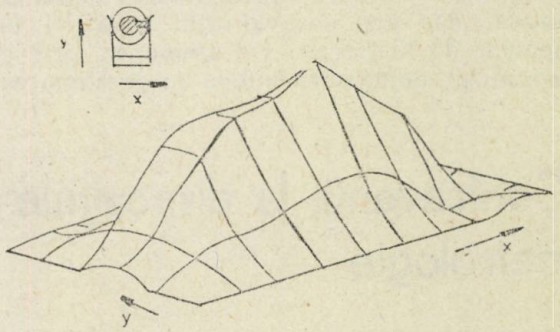


Fig. 6. Distribuția amplitudinilor de oscilație pentru un oscilator de cuarț cu f_r = 6800 kHz, în cazul oscilației pe frecvența fundamentală

că, pentru modul de oscilație fundamental, maximul amplitudinii se obține pentru zona centrală a discului, iar la periferia electrodului de aluminiu amplitudinea de oscilație este nulă. Pentru armonica a 3-a se observă că în lungul axei y (axa perpendiculară pe suportul mecanic al discului de cuarț) se obțin trei maxime pentru amplitudinea de oscilație, prezentate în figura 7. Graficele prezentate au fost prelucrate cu ajutorul programelor MATHCAD.

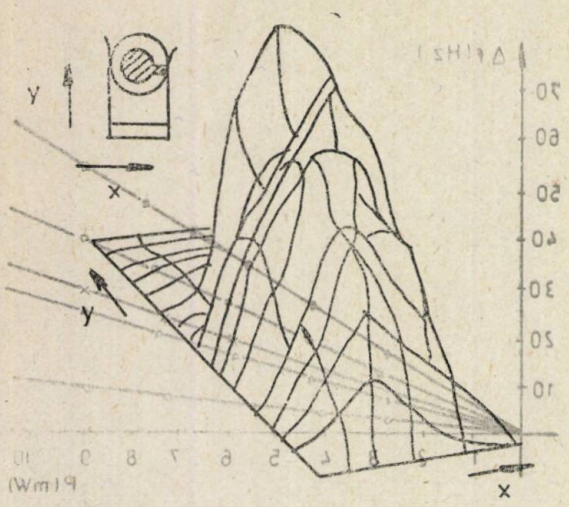


Fig. 7. Distribuţia amplitudinilor de oscilaţie pentru un oscilator de cuarţ oscilînd pe armonica a 3-a, la frecvenţa de 20 366 kHz

Concluzii

Cele trei metode de investigaţie a distribuţiei amplitudinilor de oscilaţie pe suprafaţa unui rezonator de cuarţ în tăietură AT sînt metode de lucru deosebit de utile în proiectarea senzorilor din cuarţ, ce funcţionează la rezonanţă.

Dacă metoda bazată pe efectul speckle este deosebit de laborioasă, necesitînd o aparatură complexă şi algoritmi de mediere adecvaţi, ea are avantajul că poate fi aplicată pentru măsurarea amplitudinilor de oscilaţie a oricărui tip de material, cu condiţia asigurării rugozităţii necesare experimentului.

Metoda cu sondă de presiune este deosebit de simplă, dar are dezavantajul apariţiei fenomenelor de histerezis. De asemenea, este greu de realizat deplasarea sondei de presiune astfel încît presiunea care o exercită la suprafaţa cristalului să fie aceeaşi, ceea ce face ca repetabilitatea experimentului să fie dificilă. Metoda a fost aplicată numai cristalelor de cuarţ şi a permis studiul distribuţiei amplitudinilor de vibraţie pentru oscilatoare de cuarţ introduse în lichide.

Metoda de investigaţie cu ajutorul încălzirii locale cu fascicol laser se poate aplica numai oscilatoarelor pilotate cu cristale de cuarţ (sau alte cristale piezoelectrice) şi are avantajul de a fi deosebit de simplă. Nu există contact mecanic direct cu oscilatorul de cuarţ, ca la metoda cu sondă de presiune, ceea ce împiedică apariţia fenomenelor de histerezis. Datorită acestor calităţi, această metodă de investigaţie este uşor de utilizat pentru studiul comportării în regim dinamic a senzorilor cu cuarţ la rezonanţă.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Masov, V. V.*, Piezorezonanciie datuiki, Moskva Dznevloatomizdat 1989
[2] *Zelenka, J.*, Piezoelectric rezonators and their applications. Academia, Prague, 1986.
[3] *Wimmer, L., Hertl, S., Hementsberger, J., Benes, E.*, New method of measuring vibration amplitude of quartz cristals, Rev. Sci. Instrum. 55(4), april, 1984, pag. 605—609.
[4] *Martin, A. B., Hager, H. E.*, Velocity profile on quartz crystal oscillating in liquids, J. Appl. Phys., 65 (7), 1989, pag. 2630—2635.
[5] *Brendel, R.*, Material nonlinear piezoelectric coefficients for quartz, J. Appl. Phys., 54, 1983, pag. 5339—5346.
[6] *Hruska, C. K.*, The electrostatic tensor of quartz determined by the rezonator method, J. Appl. Phys., 68 (1), 1990, pag. 41—49
[7] *Bottom, V. E.*, Introduction to quartz cristal unit design, Van Nostrad Reindhold Company, 1982.

Contravenţii la dispoziţiile legale privind activitatea de metrologie

CONSTANTIN BARBU[*])

Trecerea la economia de piaţă — opţiune fundamentală a ţării noastre — a impus cu stringenţă crearea cadrului legislativ corespunzător noilor condiţii.

Pentru a face o scurtă introducere în subiectul dezbătut este necesar de arătat că răspunderea juridică este o formă a răspunderii sociale şi constă în raporturile juridice care iau naştere în urma săvîrşirii unei fapte ilicite şi care cuprind, pe de o parte, dreptul persoanei vătămate şi al societăţii în general, de a obţine repararea prejudiciului cauzat şi restabilirea de drept, iar pe de altă parte, obligaţia celui vinovat de a acoperi paguba şi de a se supune sancţiunilor legale atrase de conduita sa contrară legii şi celorlalte reguli de convieţuire socială.

Spre deosebire de alte forme de răspundere socială, răspunderea juridică este caracterizată de faptul că restabilirea ordinii şi regulilor încălcate se face prin recurgerea la constrîngerea de stat. În cadrul acestui raport juridic complex de restabilire a ordinii de drept, subiectului responsabil i se opune sta-

*) Institutul Naţional de Metrologie şos. Vitan Bîrzeşti nr. 11, sector 4, Bucureşti.

tul, reprezentat printr-un organ specializat și, eventual, subiectul prejudiciat.

Răspunderea contravențională este o formă a răspunderii juridice, avînd trăsături specifice, distincte și constă în aplicarea de sancțiuni contravenționale (avertisment, amendă, închisoare contravențională) persoanelor vinovate de încălcarea dispozițiilor legale care prevăd și sancționează astfel de fapte.

Contravenția, așa cum este definită potrivit articolului 1 din Legea 32/1968 privind stabilirea și sancționarea contravențiilor, este fapta săvîrșită cu vinovație, care prezintă un pericol social mai redus decît infracțiunea și care este prevăzută și sancționată ca atare prin acte normative. Aceste elemente care caracterizează contravenția sînt esențiale și, în absența unuia dintre ele, o faptă nu constituie contravenție.

Dreptul de a emite acte normative prin care sînt stabilite și sancționate contravențiile îl au Parlamentul (prin legi), Guvernul (prin hotărîri și ordonanțe) precum și organele locale, respectiv primăriile și prefecturile.

Recent a fost emisă Ordonanța nr. 20/1992 a Guvernului României prin care a fost abrogată Legea metrologiei nr. 27/1978, precum și alte dispoziții contrare.

De menționat că potrivit articolului 107 din Constituție, ordonanțele sînt acte ale Guvernului și se emit în temeiul unei legi speciale de abilitare (în acest caz Legea nr. 81/1992) în limitele și în condițiile prevăzute de aceasta.

În Ordonanța nr. 20 privind activitatea de metrologie, publicată în Monitorul Oficial nr. 212 din 28 august 1992, în capitolul VII sînt prevăzute două categorii de fapte care constituie contravenții (dacă nu au fost săvîrșite în astfel de condiții încît să fie considerate, potrivit legii, infracțiuni) și care se sancționează cu amendă (de la 100.000 lei la 300.000 lei, respectiv de la 50.000 lei la 150.000 lei). De asemenea se prevede că aceste amenzi se aplică și persoanelor juridice, caz în care limitele minime sau maxime se dublează.

Aceasta constituie o excepție de la răspunderea juridică, care, ca regulă, se aplică persoanelor fizice. Particularitatea aceasta a răspunderii contravenționale își are temeiul de drept în articolul 5 alin. 3 din Legea nr. 32/1968 și își găsește explicația că persoanele juridice au obligații și atribuții distincte ce le revin în calitatea pe care ele o au. Deci, subiectul pasiv al răspunderii contravenționale îl poate constitui și o persoană juridică.

Trebuie însă menționat că persoanele juridice — deci inclusiv societățile comerciale — nu pot ele însele să săvîrșească fapte contravenționale. În practică, asociații (patroni) sau funcționarii acestora (diferite categorii de angajați) sînt cei care nu respectă anumite dispoziții legale. Din această cauză în art. 5 alin. 3 din Legea 32/1968 se prevede că amenzile aplicate persoanelor juridice vor fi imputate persoanelor fizice vinovate.

Avînd în vedere prevederile art. 102 alin. 2 din Legea nr. 31/1990 privind societățile comerciale, în situația în care se stabilesc contravenții la norme ce prevăd obligații pentru aceste societăți, sancțiunile se aplică patronului, persoană fizică, administratorului sau salariatului care avea îndatorirea (în baza dispozițiilor unui act normativ al statului, al contractului de muncă etc.) să aducă la îndeplinire aceste obligații. De asemenea, pot răspunde personal (avînd în vedere prevederile Legii nr. 31/1990 și Decretului nr. 31/1954) membrii consiliilor de administrație sau alte organe colective de conducere ale persoanelor juridice, dar în acest caz răspunderea nu este solidară.

Așa cum s-a arătat, săvîrșirea unei contravenții atrage răspunderea contravențională a persoanei vinovate. Sînt însă anumite situații, prevăzute de lege, care înlătură răspunderea. Acestea sînt : legitima apărare, starea de necesitate, constrîngerea fizică sau morală, cazul fortuit, eroarea de fapt, ordinul autorității ierarhice, prescripția.

Se impune o tratare specială a prescripției. Astfel aplicarea sancțiunii contravenționale se prescrie conform art. 13. alin. 1 din Legea nr. 32/1968, în termen de trei luni de la săvîrșirea faptei ilicite, (cu excepția situației în care fapta a fost mai întîi urmărită ca infracțiune). Prescripția operează totuși și în situația în care cauza se află în fața organelor de urmărire penală sau a instanțelor de judecată, dacă sancțiunea n-a fost aplicată în termen de un an de la săvîrșirea faptei.

Articolul 14 din Legea 32/1968 prevede de asemenea că executarea sancțiunii contravenționale se prescrie dacă procesul verbal de constatare a contravenției (respectiv înștiințarea de plată a amenzii) nu a fost comunicat contravenientului, în termen de o lună de la data aplicării sancțiunii. În ceea ce privește aplicarea sancțiunii contravenționale cu amendă, gradul de pericol social este cel care determină cuantumul amenzii. Sarcina individualizării amenzii revine organului competent (agentul constatator) să aplice sancțiunea care va aprecia de la caz la caz în limitele prevăzute de actul normativ, în funcție de împrejurările în care fapta a fost săvîrșită, urmările ei, persoana contravenientului etc. (art. 20 alin. 2 din Legea 32/1968). Din caracterul legal al amenzii rezultă că această sancțiune nu se poate aplica într-un cuantum care să nu se situeze în limitele stabilite ori să fie determinată pe baza altor criterii decît cele reglementate. De asemenea, trebuie precizat că spre deosebire de amenda penală, cea

contravenţională nu atrage decăderi sau interdicţii pentru persoanele sancţionate şi aşa cum s-a arătat în literatura de specialitate nu constituie, în principiu, antecedent care să influenţeze asupra unei eventuale sancţionări viitoare.

Aplicarea amenzii nu scuteşte contravenientul de obligaţia de despăgubire pentru pagubele pricinuite prin săvîrşirea faptei ilicite. Partea păgubită (o societate comercială, orice persoană fizică sau juridică) îşi va putea valorifica pretenţiile la despăgubiri faţă de contravenient, persoană fizică sau juridică) potrivit regulilor de drept comun, adică după procedura civilă (art. 21 alin. 2 din Legea 32/1968).

În Ordonanţa nr. 20/1992 nu au fost prevăzute şi alte sancţiuni în cazul comiterii unor fapte ilicite (exemplu: anularea autorizaţiei, retragerea avizului sau chiar suspendarea activităţii agentului economic pe o perioadă limitată de timp), aşa cum regăsim în alte acte normative, dar ca măsuri administrative complimentare pot fi luate.

În ceea ce priveşte dreptul persoanei păgubite la acţiunea pentru stabilirea despăgubirilor civile, acesta se prescrie potrivit Decretului nr. 167/1958 în termenul general de 3 ani. Valorificarea titlului executoriu între persoanele juridice se face respectînd metodologia decontării bancare. Despăgubirile civile datorate de o persoană fizică contravenientă se execută în condiţiile dreptului comun, prin poprire sau prin urmărirea bunurilor proprii în conformitate cu dispoziţiile Codului de procedură civilă.

Constatarea contravenţiilor se face potrivit legii, de personalul împuternicit în acest scop din cadrul Biroului Român de Metrologie Legală, prin întocmirea de procese verbale.

Persoanele abilitate să constate contravenţiile poartă denumirea generică de agenţi constatatori, iar împuternicirea lor trebuie să fie făcută într-un mod expres (delegaţie, legitimaţie de control).

Conţinutul procesului verbal de constatare a contravenţiei — act administrativ de individualizare a faptei ilicite şi contravenientului — este prevăzut de art. 17 din Legea 32/1968. O menţiune importantă este aceea că se poate achita de către contravenient în termen de 48 ore, jumătate din minimul amenzii, dar acest lucru trebuie consemnat ca angajament sub semnătură.

În Ordonanţa nr. 20/1992 se prevede că nu sînt aplicabile prevederile art. 25 şi 27 din Legea 32/1968. Aceasta înseamnă că în toate cazurile se întocmeşte proces verbal, neexistînd posibilitatea plăţii amenzii contra chitanţă.

În procesul verbal se înscriu şi eventualele obiecţii ale contravenientului cu privire la conţinutul acestui act şi mijloacele de probă de care înţelege să se folosească. Semnarea procesului verbal, chiar fără obiecţii, nu înseamnă (în cazul introducerii unei plîngeri ulterioare) recunoaşterea săvîrşirii contravenţiei.

Contravenientul este obligat, potrivit prevederilor art. 18 din Legea 32/1968, să prezinte agentului constatator actul de identitate sau alte documente necesare determinării faptei şi făptuitorului. Agentul constatator aflat în exerciţiul funcţiunii poate apela, în caz de nevoie, la ofiţerii şi subofiţerii de poliţie care sînt obligaţi să-i acorde sprijin (art. 36 alin. 2 din Ordonanţa 20/1992).

Procesul verbal se semnează pe fiecare pagină de cel care îl încheie şi de contravenient. În situaţiile cînd persoana care a comis fapta contravenţională nu este prezentă sau nu poate (nu vrea) să semneze, agentul constatator va face menţiune despre aceste împrejurări şi va adeveri cele arătate printr-un martor (în lipsa de martori se vor arăta cauzele pentru care a fost încheiat astfel).

Sancţiunea contravenţională (cu amendă în cazul tratat) se aplică în mod individualizat ţinîndu-se seama de împrejurările comiterii faptei, urmările ei, persoana făptuitorului, funcţia pe care o exercită în cadrul unei societăţi comerciale etc. Atunci cînd este cazul, organul care aplică sancţiunea va lua măsura sechestrării sau confiscării bunurilor care fac obiectul acestei măsuri.

Procesul verbal se comunică contravenientului şi părţii vătămate, dacă aceasta există, în termen de cel mult o lună de la data aplicării sancţiunii. Dacă copia procesului verbal a fost înmînată contravenientului se face menţiune despre aceasta.

Împotriva procesului verbal de constatare a contravenţiei se poate face plîngere. Plîngerea poate fi formulată de contravenient, de persoana vătămată sau de cel căruia îi aparţin lucrurile confiscate.

În conformitate cu prevederile legale plîngerea suspendă executarea. Astfel, înregistrarea plîngerii în termenul legal opreşte trecerea la executarea silită a amenzii aplicate.

Termenul în care poate fi formulată plîngerea este de 15 zile şi el începe să curgă de la data comunicării procesului verbal. Termenul se calculează pe zile libere fără să se ia în calcul ziua în care începe să curgă, nici ziua în care el se sfîrşeşte.

Avînd în vedere prevederile legale în materie, rezultă că în situaţia contravenţiilor prevăzute de Ordonanţa 20/1992, judecătoria este organul de soluţionare a plîngerii. În ceea ce priveşte plîngerea persoanei juridice împotriva sancţiunii contravenţionale preve-

derile Legii 32/1968 nu sînt în acord cu realităţile economice şi sociale actuale şi în consecinţă se aplică aceleaşi reguli ca la rezolvarea plîngerii persoanelor fizice.

Plîngerea trebuie rezolvată într-un termen de 30 de zile, termen care are un caracter de recomandare.

Soluţiile date pot fi de respingere a plîngerii sau de admitere a ei, în total sau în parte.

Art. 38 alin. 2 din Legea 32/1968 dispune că încheierea prin care s-a soluţionat plîngerea şi hotărîrea judecătorească sînt definitive şi executorii.

Executarea amenzii se poate face de către contravenient de bună voie sau silit, de către organele de executare. Cînd executarea amenzii se face în termen de 48 de ore, suma respectivă se depune la CEC, iar chitanţa se predă agentului constatator sau se trimite de îndată prin poştă organului din care face parte acest agent.

În cazul executării silite, organul care aplică amenda sau judecătoria care a soluţionat plîngerea comunică din oficiu organului financiar în care îşi are domiciliul (sediul) contravenientul, o copie a procesului verbal sau a încheierii hotărîrii judecătoreşti de soluţionare a plîngerii. Executarea se face asupra veniturilor sau bunurilor unităţilor bancare unde acestea îşi au deschise conturile.

În literatura juridică de specialitate există păreri diferite cu privire la natura juridică a procesului verbal. În general se admite că procesul verbal de constatare a unei contravenţii este o operaţiune administrativă, un act cu caracter jurisdicţional.

Colectivul de redacţie al revistei „Metrologie" urează tuturor colaboratorilor şi cititorilor, cu prilejul noului an 1993,

LA MULŢII ANI!

Efect Josephson în sistemele vii?

Efectul Josephson—descoperit în 1962, este determinat de trecerea electronilor, printr-un mecanism de tunelare, între doi supraconductori cuplați „slab" (separați de un dielectric foarte subțire). Efectul se manifestă printr-o caracteristică tensiune-curent neliniară, de formă tipică, prin apariția unor oscilații de înaltă frecvență la polarizarea joncțiunii, precum și prin producerea unor trepte de tensiune de valori determinate, la aplicarea unui cîmp de înaltă frecvență (microunde) joncțiunii.

În metrologie, efectul Josephson a devenit familiar în ultimele două decenii, datorită utilizării sale în cele mai precise etaloane de tensiune cunoscute pînă astăzi. Ele sînt bazate pe formula care dă tensiunea Josephson:

$$U_J = n \frac{h}{2e} f$$

unde f este frecvența microundelor; h— constanta lui Planck; e — sarcina elementară; n — număr întreg. Un etalon Josephson este o instalație complexă și costisitoare, în special datorită necesității de creare a condițiilor producerii efectului Josephson (criostat cu heliu lichid, cavitate și generator de microunde etc.).

Într-un articol recent (1) se demonstrează teoretic și experimental că fenomene de „tip Josephson" se pot produce și în sisteme biologice (materie vie). Autorii pornesc de la teoria, propusă de mai mulți cercetători, conform căreia excitațiile coerente din sistemele biologice sînt consecința unor corelații între fazele dipolilor electrici care constituie componentele microscopice ale materiei vii.

Problema pare să fie de un interes deosebit, în primul rînd pentru adîncirea cunoștințelor noastre despre unele fenomene intime ce caracterizează comportarea organismelor vii. Dar, cine știe, ea va putea oferi și metrologiei un nou suport în crearea unor etaloane mai eficiente și mai simple decît cele utilizate în prezent.

Autorii articolului citat sînt de părere că fenomenologia Josephson este în același timp tipică și singulară, în sensul că se raportează la constante fizice fundamentale, și poate fi folosită ca mijloc de evidențiere a existenței de regiuni corelate într-un sistem. Ea are un grad mult mai larg de generalitate decît acela al cazului special al supraconductibilității. Se poate presupune că ori de cîte ori în două regiuni vecine se produc procese corelate între ele, este de așteptat ca purtătorii specifici să manifeste fenomene de tunelare cuantică, care pot fi puse în evidență prin efecte de tip Josephson.

În materia vie se pot distinge componente microscopice care interacționează, dînd naștere unei comportări macroscopice datorită stărilor coerente ale acestora. Dinamica dipolilor electrici din materia vie poate fi considerată ca proces biologic fundamental, avînd drept mărime caracteristică polarizația electrică P a mediului. Propagarea cîmpului electromagnetic în medii ale căror componente sînt corelate nu poate fi maxwelliană, ci ea se supune unor legi non-maxwelliene specifice. Una din consecințele acestora este apariția de zone „filamentare" al căror diametru este dat de $d = (h/c)(1/M)$, cu $M = 13$ eV pentru mediile apoase unde toți dipolii sînt practic orientați. Rezultă $d \approx 15$ nm.

O altă consecință este existența unei cuante de flux magnetic $\Phi = (h/q)n$. Printr-un raționament simplu se ajunge la demonstrarea apariției efectelor de tip Josephson, similare celor constatate în supraconductorii cuplați slab.

Evidența experimentală a acestor previziuni teoretice s-a făcut introducînd o cantitate mică de drojdie între doi electrozi metalici ascuțiți (ace de patefon), avînd distanța între vîrfuri reglabilă în plaja 1...10 μm. Manifestările tipice efectului Josephson — caracteristica tensiune-curent în trepte și apariția unor oscilații de înaltă frecvență — au fost observate de-a lungul unor intervale de timp de 2...3 minute, care precedă momentului diviziunii celulelor.

S-a utilizat un generator de tensiune linear variabilă cu frecvența de repetiție de 10 mHz și un înregistrator $X-Y$. Oscilațiile de înaltă frecvență au fost observate pe un analizor de spectru în banda 5...10 MHz.

S-a făcut și o evaluare cantitativă a efectelor observate, prin compararea amplitudinii treptelor de tensiune (cca 15 nV) cu frecvența oscilațiilor (cca 7,5 MHz). Aceasta a corespuns unui factor de conversiune de ordinul 500 MHz/μV, valoare care concordă cu cea caracteristică efectului Josephson în supraconductori.

Desigur, condițiile experimentale au fost departe de a putea asigura performanțele atinse în etaloanele Josephson devenite deja clasice. Observațiile raportate și rezultatele obținute sînt însă relevante, dovedind **existența** fenomenului și contribuind la clarificarea interacțiunii dintre sistemele biologice și cîmpul electromagnetic.

Subiectul este extrem de atrăgător, prin consecințele posibile ale fenomenelor deja evidențiate, și cu siguranță va polariza atenția unui număr mare de cercetători.

Aurel Millea

BIBLIOGRAFIE

[1] *E. Del Giudice, S. Doglia, M. Milani, C. W. Smith, G. Vitiello*: Magnetic flux quantization and Josephson behaviour in living systems. Physica Scripta vol. 40, 1989, p. 786—791.

Institutul Turc de Standardizare

Înfiinţat în 1960 prin lege, Institutul Turc de Standardizare (TSE) constituie forul central al Turciei în domeniul standardizării, certificării calităţii şi metrologiei industriale.

Activitatea acestui institut s-a dezvoltat continuu, după 1988 adăugindu-i-se laboratoare moderne, amplasate în Ankara, capitala statului. Institutul este în întregime autofinanţat, realizînd veniturii din încercările şi etalonările efectuate pentru agenţi economici. În conformitate cu reglementările în vigoare, vînzarea pe piaţa internă a mărfurilor importate este admisă numai dacă ele au fost testate de către TSE şi poartă marca de conformitate aplicată de acesta. Tot mai mulţi producători interni solicită de asemenea certificarea de calitate a produselor proprii, marca TSE constituind pentru cumpărătorul turc o garanţie a încrederii pe care o poate avea în marfa achiziţionată.

În domeniul metrologiei, activitatea TSE este echivalentă cu aceea a unui laborator secundar de înalt nivel şi se extinde asupra unui sortiment larg de categorii de aparate de măsurat.

Recent, TSE a obţinut de la Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) din Germania acreditarea ca laborator de etalonări pentru anumite domenii de mărimi fizice şi de măsurări. În acest fel, etalonările pe care le execută sînt recunoscute în ţările Comunităţii Europene, facilitînd exportul de produse a căror calitate este certificată în TSE şi acceptată de importatorii acestor ţări.

TSE este condus de un consiliu care organizează anual cîte o reuniune cu participare internaţională. Aceste reuniuni prilejuiesc un interesant schimb de vederi şi de experienţă cu exponenţii unor organisme similare din diferite ţări ale lumii, precum şi ai unor organizaţii internaţionale ca ISO, CEI şi altele.

NOUTĂŢI DE LA IMEKO

IMEKO (Confederaţia Internaţională de Măsurări) a înregistrat, după Congresul Mondial din septembrie (Beijing, China), numeroase evenimente marcante.

La cea de a 35-a reuniune a Consiliului General (GC) al IMEKO (Viena, 22—25 septembrie 1992) au fost trecute în revistă toate aceste evenimente, împreună cu programul celor prevăzute pentru anul următor. Au participat reprezentanţi ai majorităţii organizaţiilor membre IMEKO (MO), în total 39 delegaţi din 23 ţări.

Ordinea de zi a reuniunii a fost următoarea :

1. Cuvînt MO gazdă
2. Acreditări, stabilirea quorum-ului
3. Aprobarea ordinei de zi şi a programului
4. Aprobarea procesului verbal al celei de a 34-a reuniuni a GC
5. Raportul preşedintelui IMEKO
6. Raportul Secretarului General al IMEKO
7. Raportul trezorierului
8. Raportul Comisiei Consultative :
   - — Noi propuneri pentru dezvoltarea IMEKO
   - — Serviciul Informaţional IMEKO
   - — Recomandări pentru modificarea Statului IMEKO şi a Regulamentului de funcţionare
9. Raportul Comisiei tehnice :
   - — Activităţi recente
   - — Aprobarea manifestărilor programate pe 1993—1995
   - — Regulament pentru acordarea premiului G. Striker
10. Raportul Comisiei de acreditare şi afiliere
    - — Acreditări
    - — Primirea de noi membri : SPCM, Ljubljana, Slovenia ; KOREMA, Zagreb, Croaţia ; ICS, Singapore
11. Raportul MO din Italia asupra pregătirii Congresului Mondial IMEKO XIII, Torino 1994
12. Raport asupra activităţilor legate de publicaţia MEASUREMENT, editată de IMEKO
13. Data şi locul celei de a 36-a reuniuni a GC
14. Diverse
15. Semnarea rezoluţiilor

Dintre subiectele discutate, cîteva prezintă un interes deosebit pentru activitatea Confederaţiei.

În legătură cu al XIII-lea Congres Mondial IMEKO, programat pentru septembrie 1994, Torino, Italia, au fost discutate şi aprobate : locul de desfăşurare, programul sesiunilor, secţiile ştiinţifice, manifestrile conexe, condiţiile de participare, editarea lucrărilor.

Taxa de participare, între 550 şi 600 USD, va include şi costul volumelor cu lucrări.

Din partea MO din Italia s-a făcut oferta organizării, în special pentru tineret, a unei

modalităţi de cazare cu preţ redus, în cămine ntru studenţi străini.

peS-a discutat activitatea celor 17 Comitete Tehnice (TC) ale IMEKO, pe baza raportului preşedintelui Comitetului Tehnic. Unele dintre acestea, cum sînt TC 1, TC 2, TC 3, TC 7, TC 13 şi TC 15, au avut realizări bogate în perioada ultimului an, marcînd o participare activă şi în alte organisme şi asociaţii internaţionale. Este de menţionat prezenţa şi activitatea unor specialişti români în TC 3 *(D. M. Ştefănescu)*, TC 4 *(A. Millea)*, TC 7 *(U. Wiener)*, TC 9 *(H. Moţit)*, TC 10 *(I. Hohan)* etc.

Au fost aprobate 16 noi manifestări ştiinţifice programate în perioada noiembrie 1992 — iulie 1994 şi luate în discuţie alte 12 manifestări pentru perioada de după iulie 1994. Acestea includ simpozioane ale TC 1, TC 2, TC 4, TC 7, TC 9, TC 12, TC 14 şi TC 15, precum şi cîteva seminarii şi ateliere (workshop"-uri).

A fost aprobat noul Serviciu Informaţional al IMEKO, iniţiat şi pus la punct de MO din Germania. El este interconectat cu 90 de bănci de date din Europa şi este capabil să furnizeze o cantitate foarte mare de informaţie tehnico-ştiinţifică. O cercetare bibliografică, pe o temă dată, este oferită la preţul de 250 DM, ceea ce este cca. 1/4 din preţul obişnuit al unor asemenea servicii.

Au fost examinate mai multe propuneri în legătură cu modificarea Statului IMEKO. Dintre deciziile adoptate în această direcţie, pot fi menţionate:

— congresele mondiale IMEKO vor putea fi ţinute şi la alte intervale de timp, nu numai din trei în trei ani (aşa cum prevede actualul statut);

— oficiul de preşedinte al IMEKO nu va mai fi legat obligatoriu de organizarea unui congres;

— în afară de preşedinte, IMEKO va avea şi doi sau mai mulţi vicepreşedinţi, cu atribuţii specifice;

— se va înfiinţa un consiliu onorific de „patroni" (denumirea acestuia va fi adoptată ulterior).

Publicaţia periodică a IMEKO, „Measurement" (editată prin grija MO din Marea Britanie, cu apariţia trimestrială) va fi preluată de cunoscuta editură olandeză ELSEVIER. Revista va fi reunită cu publicaţia „Industrial Metrology" şi va avea un conţinut mult amplificat.

Al XIV-lea Congres Mondial IMEKO va avea loc în Finlanda, în 1997. Pentru al XV-lea congres (în 2000) au fost primite invitaţii de la organizaţiile membre din Austria, Japonia, Spania şi Australia.

Reuniunea a adus un omagiu colaboratorilor săi distinşi care au dispărut în perioada dintre ultimile două şedinţe ale GC: **Ludvik Kuhn** (Ceho-Slovacia), fost preşedinte al IMEKO; prof. **Wolfgang Weiler** (Germania), preşedinte al TC 5; **Kurt Hild** (Germania), preşedinte fondator al TC 3.

Aurel Millea

În ultimul moment, am aflat vestea trecerii în nefiinţă a profesorului **George Striker** (1913—1992), fondatorul IMEKO. Personalitate distinsă şi cunoscută în întreaga lume, prof. G. Striker a ocupat funcţia de secretar general al IMEKO timp de peste un sfert de secol şi a fost sufletul acestei organizaţii, continuînd şi după retragerea sa o activitate de promotor al ei. Membru de onoare al unor societăţi renumite, ca U. K. Institute of Measurement and Control şi Instrument Society of America, participant la numeroase manifestări internaţionale de specalitate şi prezent în acţiunile unor organisme din domenii conexe, a fost probabil omul care a realizat cel mai mult pentru afirmarea pe plan mondial a măsurărilor şi instrumentaţiei ca disciplină tehnică.

LISTA NORMELOR TEHNICE DE METROLOGIE ÎN VIGOARE

1. MĂRIMI GEOMETRICE

LUNGIMI

1—01—72	Verficarea metrologică a șublerelor
1—02—76	Verificarea metrologică a riglelor din lemn de un metru
1—03—79	Verificarea metrologică a lupelor de măsurat
1—04—78	Verificarea metrologică a clupelor forestiere
1—05—75	Verificarea metrologică a micrometrelor cu valoarea diviziunii 0,01 mm
1—06—79	Verificarea metrologică a micrometrelor cu pîrghie
1—07—78	Verificarea metrologică a zoometrelor
1—08—85	Verificarea metrologică a truselor de accesorii pentru cale plan-paralele
1—09—88	Verificarea metrologică și etalonarea panglicilor și ruletelor de măsurat
1—11—80	Verificarea metrologică a suporților și palpatoarelor pentru aparate de măsurat de tip comparator
1—12—85	Verificarea metrologică a comparatoarelor cu cadran cu valoarea diviziunii de 0,01 mm
1—13—78	Verificarea calelor plan-paralele cu lungimea nominală de la 0,1 mm la 1000 mm
1—14—82	Verificarea metrologică a comparatoarelor electronice de măsurat lungimi
1—15—72	Verificarea metrologică a optimetrelor orizontale cu valoarea diviziunii de 0,001 mm
1—16—86	Verificarea metrologică a comparatoarelor cu valoarea diviziunii de 0,001 mm și 0,002 mm
1—17—80	Verificarea metrologică a pasametrelor
1—18—72	Verificarea metrologică a aparatelor de măsurat ecartamental, supralărgimea și suprainălțimea c.f.
1—19—78	Verificarea metrologică a minimetrelor, ortotestelor, milimeselor și elimimeselor
1—20—78	Verificarea metrologică a planimetrelor
1—22—88	Verificarea metrologică a mașinilor de măsurat suprafața pieilor
1—23—82	Verificarea metrologică a comparatoarelor orizontale de tip Abbé
1—24—78	Verificarea metrologică a mirelor topografice și de nivelment
1—25—82	Verificarea metrologică a micrometrelor pentru filete
1—26—77	Verificarea metrologică a microscoapelor Brinell
1—27—78	Verificarea metrologică a mirelor de nivelment cu bandă din invar
1—30—76	Verificarea metrologică a șublerelor de trasaj
1—32—90	Verificarea metrologică a comparatoarelor verticale de tip Abbé
1—33—77	Verificarea metrologică a microscoapelor universale
1—35—76	Verificarea metrologică a microscoapelor de atelier
1—40—80	Verificarea metrologică a optimetrelor verticale cu valoarea diviziunii de 0,2 μm
1—41—72	Verificarea metrologică a mașinilor universale de măsurat „Zeiss" de 450 mm
1—42—72	Verificarea metrologică a mașinilor de verificat lungimi de 1...3 m
1—43—72	Verificarea metrologică a măsurilor pliante de lungime
1—44—78	Verificara metrologică a riglelor metalice de măsurat
1—47—90	Verificarea metrologică a comparatoarelor de alezaje
1—49—75	Verificarea metrologică a micrometrelor de alezaje
1—51—78	Verificarea metrologică a opticatoarelor verticale cu valoarea diviziunii de 0,001 mm
1—52—80	Verificarea metrologică a comparatoarelor cu palpator orientabil
1—53—80	Verificarea metrologică a microcatoarelor și opticatoarelor
1—55—80	Verificarea metrologică a lerelor de grosime
1—56—80	Verificarea metrologică a lerelor de rază
1—57—80	Verificarea metrologică a lerelor de filet metric și Whitwort
1—58—80	Verificarea metrologică a mașinilor de măsurat grosimea tablei în flux
1—59—82	Verificarea metrologică a riglelor metalice etalon de ordin II și de lucru
1—61—82	Verificarea metrologică a compaselor de măsurat
1—62—82	Verificarea metrologică a mirelor orizontale de invar
1—63—82	Verificarea metrologică a sîrmelor de măsurat filete
1—64—90	Etalonarea metrologică a aparatelor pentru verificat comparatoare și extensometre
1—66—82	Verificarea metrologică a comparatoarelor pneumatice de măsurat lungimi
1—67—82	Verificarea metrologică a mașinilor de măsurat lungimi în trei coordonate

PARTEA OFICIALĂ

1—70—83	Verificarea metrologică a extensoarelor mecanice
1—72—83	Verificarea metrologică și etalonarea micrometrelor verticale
1—73—83	Verificarea metrologică a mașinilor de măsurat țesături
1—74—85	Verificarea metrologică a mașinilor de măsurat lungimea sîrmelor, cablelor și benzilor
1—75—85	Verificarea metrologică a vîrtelnițelor
1—76—90	Verificarea metrologică a extensometrelor electrice și electronice
1—77—86	Verificarea metrologică a dioptimetrelor
1—78—86	Verificarea metrologică a aparatelor pentru măsurarea grosimii acoperirilor
1—79—86	Verificarea metrologică a mașinilor de măsurat lungimi SIPMUL 100
1—80—87	Verificarea metrologică a micrometrelor cu comparator
1—81—87	Verificarea metrologică a aparatelor mecanice de măsurat grosimi
1—82—87	Verificarea metrologică a aparatelor de măsurat ceaprazul
1—83—87	Verificarea metrologică a comparatoarelor cu contacte electrice
1—85—87	Verificarea și etalonarea metrologică a calibrelor cilindrice netede
1—86—87	Etalonarea metrologică a firelor și panglicilor de invar
1—87—86	Verificarea metrologică a blocurilor de calibrare pentru verificarea și reglarea aparatelor de detecție a defectelor cu ultrasunete
1—88—88	Verificarea metrologică a mașinilor universale de măsurat lungimi tip MUL 300 și SIP-M
1—89—88	Verificarea metrologică a aparatelor de măsurat grosimea cu ultrasunete.
1—90—88	Verificarea metrologică a mașinilor universale de măsurat lungimi tip ULM—600
1—91—90	Verificarea metrologică a mașinilor de măsurat lungimi în două coordonate — microscoape universale, cu valoarea diviziunii mai mică de 1 μm
1—93—90	Etalonarea metrologică a calibrelor cilindrice netede etalon.

UNGHIURI

1—10—80	Verificarea metrologică a echerelor de unghi drept
1—21—82	Verificarea metrologică a riglelor de sinus
1—28—86	Verificarea metrologică a raportoarelor optice și mecanice
1—29—86	Verificarea metrologică a pasametrelor
1—31—82	Verificarea metrologică a microscoapelor cu secționare luminoasă pentru măsurarea rugozității
1—34—76	Verificarea metrologică a mostrelor de rugozitate
1—36—82	Verificarea metologică a divizoarelor optice
1—37—72	Verificarea metrologică a nivelelor cilindrice, paralelipipedice și cu cadru
1—38—85	Verificarea metrologică a riglelor pentru verificarea rectilinității și planității și a plăcilor pentru verificarea planității
1—39—72	Verificarea metrologică și etalonarea măsurilor unghiulare și prismatice
1—45—82	Verificarea metrologică a nivelelor cu microscop
1—46—82	Verificarea metrologică a nivelelor de lemn cu bulă de aer pentru construcții (boloboc)
1—48—75	Verificarea metrologică a sticlelor plane și plan-paralele
1—50—75	Verificarea metrologică a proiectoarelor de profile tip Zeiss
1—54—82	Verificarea metrologică a nivelelor cu coincidență
1—60—82	Verificarea metrologică a nivelelor electronice
1—65—82	Verificarea metrologică a aparatelor de măsurat grosimea dinților la roțile dințate
1—68—82	Etalonarea metrologică a aparatelor pentru verificat echere
1—69—82	Etalonarea metrologică a măsurilor etalon de rugozitate
1—71—83	Verificarea metrologică a autoclimatoarelor
1—84—87	Verificarea metrologică a aparatelor de măsurat abaterea pasului la roțile dințate
1—301—88	Verificarea metrologică a aparatelor pentru controlul bătăii radiale a roților dințate
1—302—88	Verificarea metrologică a aparatelor de măsurat cota peste dinți la roțile dințate
1—303—88	Verificarea metrologică a aparatelor pentru controlul angrenare pe două flancuri a roților dințate
1—304—88	Verificarea metrologică a roților dințate de măsurare
1—305—90	Verificarea metrologică a teodolitelor
1—306—90	Verificarea metrologică a aparatelor pentru controlul roților dințate tip TA—450, fabricație C. Zeiss Jena
1—307—90	Verificarea metrologică a autoclimatoarelor

1—308—90	Verificarea metrologică a proiectoarelor de profil
1—309—90	Verificarea metrologică a aparatelor electronice de măsurat abateri de la circularitate.

2. VOLUME

1—101—76	Verificarea metrologică a seringilor de uz medical. Prescripții referitoare la seringi de uz special (pentru injectat tuberculină, insulină)
1—101/1—86	Verificarea metrologică a seringilor medicale de uz general
1—101/2—88	Verificarea metrologică a seringilor hipodermice nereutilizabile, de uz general
1—102—88	Verificarea metrologică a pipetelor de uz curent
1—103—80	Verificarea metrologică a măsurilor etalon de volum din sticlă
1—104—90	Verificarea metrologică a instalațiilor etalon cu măsuri de volum
1—105—90	Verificarea metrologică a fiolelor gradate pentru centrifugă
1—107—90	Verificarea metrologică a măsurilor metalice pentru lichide
1—108—88	Verificarea metrologică a biuretelor pentru lichide
1—109—88	Verificarea metrologică a butoaielor
1—110—90	Verificarea metrologică a baloanelor cotate
1—111—90	Verificarea metrologică a cilindrilor gradați
1—112—90	Verificarea metrologică a cisternelor auto pentru produse petroliere
1—113—77	Verificarea metrologică a microbiuretelor cu robinet
1—114—78	Verificarea metrologică a picnometrelor
1—115—78	Verificarea metrologică a micropipetelor de uz curent
1—116—77	Verificarea metrologică a biuretelor pentru gaze
1—117—78	Verificarea metrologică a pipetelor hematologice
1—119/1—83	Verificarea metrologică a aparatelor de măsurat în mod discontinuu volumul lichidelor
1—119/2—83	Verificarea metrologică prealabilă a contoarelor pentru măsurat volumul lichidelor
1—119/3—83	Verificarea metrologică a instalațiilor de măsurat volume în afară de apă
1—120—82	Verificarea metrologică a măsurilor de uz comercial din sticlă
1—121—87	Verificarea metrologică a butirometrelor.
1—122—90	Verificarea metrologică a măsurilor de lapte cu plutitor
1—123/1—82	Verificarea metrologică a rezervoarelor metalice folosite la depozitarea și măsurarea volumelor de petrol și produse petroliere
1—123/2—82	Verificarea metrologică a rezervoarelor. Metoda volumică de calibrare
1—123/3—86	Verificarea metrologică a rezervoarelor cilindrice verticale cu capac fix
1—123/4—83	Calibrarea metrologică a rezervoarelor cilindrice verticale cu capac flotant
1—123/5—83	Calibrarea metrologică a rezervoarelor cilindrice orizontale prin metoda geometrică
1—123/6—86	Verificarea metrologică a rezervoarelor sferice prin metoda geometrică
1—123/7—90	Calibrarea metrologică a rezervoarelor cilindrice verticale prin metoda optică de interior
1—124—90	Verificarea metrologică a vagoanelor cisternă
1—125—82	Verificarea metrologică a aparatelor de măsurat nivelul lichidelor
1—126—90	Etalonarea metrologică a instalațiilor etalon cu contor pentru lichide — metoda volumetrică
1—127—88	Verificarea metrologică a măsurilor etalon secundar de volum, metalice
1—128—90	Verificarea metrologică a standului folosit pentru verificarea aparatelor automate de măsurat nivelul lichidelor în rezervoare

3. MASE

3—01—75	Verificarea metrologică a balanțelor compuse obișnuite
3—02—77	Verificarea metrologică a balanțelor cl. 1 și 2
3—03—88	Verificarea metrologică a basculelor pod pentru vehicule rutiere
3—04—76	Verificarea metrologică a balanțelor de cereale
3—05—77	Verificarea metrologică a balanțelor de cl. 3, 4 și 5
3—06—76	Verificarea metrologică a greutăților de lucru
3—07—83	Verificarea metrologică a basculelor zecimale
3—08—76	Stabilirea metrologică (tabele) a masei hectolitrice a cerealelor
3—09—76	Verificarea metrologică a balanțelor semiautomate
3—10—72	Verificarea metrologică a basculelor romane transportabile

3—12—75 Verificarea metrologică a basculelor semiautomate
3—13—72 Verificarea metrologică a balanţelor automate înregistrate
3—14—88 Verificarea metrologică a maselor etalon
3—15—77 Verificarea metrologică a basculelor pod pentru vagoane
3—16—88 Verificarea metrologică a balanţelor etalon
3—17—83 Verificarea metrologică a aparatelor de măsurat piese prin cîntărire
3—18—77 Verificarea metrologică a dozatoarelor gravimetrice
3—19—83 Verificarea metrologică a aparatelor de cîntărire pentru indicarea preţului
3—21—90 Verificarea metrologică a balanţelor de torsiune
3—22—90 Verificarea metrologică a balanţelor pentru determinarea cantităţii de apă din grăsimi
3—23—90 Verificarea metrologică a balanţelor pentru fibre textile

4. FORŢE, DURITĂŢI, ÎNCERCĂRI MECANICE ALE MATERIALELOR

3—51—90 Verificarea metrologică a indicatoarelor hidraulice de eforturi în cabluri
3—52—76 Verificarea metrologică a dinamometrelor de laborator cu element elastic prin încărcare directă cu greutăţi
3—53—90 Verificarea metrologică a dinamometrelor hidraulice
3—54—90 Verificarea metrologică a indicatoarelor mecanice de eforturi în cabluri
3—55—90 Verificarea metrologică a dinamometrelor tehnice cu element elastic
3—57—76 Verificarea metrologică a cheilor dinamometrice cu element elastic
3—58—76 Verificarea metrologică a dinamometrelor medicale
3—59—75 Verificarea metrologică a torsiometrelor
3—60—90 Verificarea metrologică a maşinilor de încercări mecanice, statice la tracţiune, compresiune şi încovoiere
3—61—75 Verificarea metrologică a maşinilor de încercare la răsucire
3—62—75 Verificarea metrologică a maşinilor de încercări mecanice statice la tracţiune a ţesăturilor, pielii şi a cauciucului
3—63—90 Verificarea metrologică a preselor de încercări mecanice statice la compresiune şi flambaj
3—64—75 Verificarea metrologică a maşinilor de încercat firele la tracţiune
3—65—75 Verificarea metrologică a aparatelor de încercare la tracţiune a mortarelor de ciment (Frühling-Michaelis)
3—66—75 Verificarea metrologică a aparatelor de încercări mecanice ale nisipurilor de turnătorie
3—67—75 Verificarea metrologică a maşinilor electrohidraulice de încercări la tracţiune
3—68—90 Verificarea metrologică a ciocanelor pendul pentru încercarea materialelor la încovoiere prin şoc
3—69—90 Verificarea metrologică a aparatelor de încercare statică la ambutisare
3—70—75 Verificarea metrologică a maşinilor de încercări la oboseală prin încovoiere rotativă
3—71—75 Verificarea metrologică a maşinilor de încercări ale arcurilor
3—72—75 Verificarea metrologică a aparatelor de încercare a elasticităţii segmenţilor pentru pistoane
3—73—76 Verificarea metrologică a maşinilor de încercare la fluaj şi relaxare
3—74—76 Verificarea metrologică a aparatelor de încercare la încovoiere dinamică şi statică tip Dynstat
3—75—75 Verificarea metrologică a pulsatoarelor hidraulice de încercări oscilante
3—77—75 Verificarea metrologică a aparatelor de încercat hîrtia şi celuloidul la duble îndoiri
3—78—75 Verificarea metrologică şi calibrarea statică a traductoarelor extensometrice
3—79—75 Verificarea metrologică şi etalonarea torsiodinamometrelor
3—81—86 Verificarea metrologică a celulelor cu tensorezistoare pentru măsurat forţe şi mase
3—82—85 Verificarea metrologică a aparatelor de măsurat sarcini în cablu
3—83—87 Verificarea metrologică a aparatelor pentru reglat şi verificat chei dinamometrice
3—101—76 Verificarea metrologică a aparatelor de încercare a durităţii după metoda Brinel
3—102—76 Verificarea metrologică a aparatelor pentru încercarea durităţii după metoda Vickers
3—103—90 Verificarea metrologică a aparatelor de încercare a durităţii Rokwell
3—104—90 Verificarea metrologică a aparatelor de încercare a durităţii după metoda dinamică-elastică (prin ricoşare)
3—105—9' Verificarea metrologică a plăcuţelor etalon de duritate

3—106—76 Verificarea metrologică a aparatelor de încercare a durității după metoda dinamică plastică

3—107—76 Verificarea metrologică a aparatelor de încercate a microdurității Vickers cu microsarcini

3—108—90 Verificarea metrologică a aparatelor de încrcare a durității elastomerilor vulcanizați și a materialelor plastice după metoda Shors

3—109—80 Verificarea penetratoarelor aparatelor de încercare a durității statice.

3—110—90 Verificarea metrologică a aparatelor de încercare a durității Rockwell superficial

3—111—90 Verificarea metrologică a aparatelor de încercare a durității elastomerilor vulcanizați, în grade internaționale (IRHD)

5. PRESIUNI

3—126—78 Verificarea metrologică a manometrelor și vacuummetrelor și manovacuummetrelor cu element elastic

3—127—75 Verificarea metrologică a manometrelor și vacuummetrelor, manovacuummetrelor cu coloană de lichid și citire directă

3—128—77 Verificarea metrologică a sfignomanometrelor

3—129—87 Verificarea metrologică a manometrelor cu piston și greutăți

3—130—72 Verificarea metrologică a manometrelor și vacuummetrelor etalon de cl. 0,4 și 0,6.

3—131—82 Verificarea metrologică a manometrelor, vacuummetrelor și manovacuummetrelor cu semnal de ieșire unificat pneumatic

3—141—88 Verificarea metrologică a vacuummetrelor cu compresie tip Kammerer pentru presiuni absolute joase

3—142—88 Verificarea metrologică a manometrelor, vacuummetrelor și manovacuummetrelor etalon cu rezervor și tub vertical

6. DEBITE

3—151—77 Verificarea metrologică a contoarelor de apă debitate sub presiune

3—152—77 Verificarea metrologică a contoarelor de gaze volummetrice, uscate, cu membrană, de uz general

3—153—87 Verificarea metrologică a debitmetrelor diferențiale cu plutitor, clopot, balanță, inelară și element elastic

3—154—87 Etalonarea metrologică a instalațiilor etalon folosite la verificarea contoarelor de viteză (apometrelor)

3—155—77 Verificarea metrologică a instalațiilor cu clopot folosite la verificarea contoarelor cu gaze

3—156—82 Verificarea metrologică a debitmetrelor de tip rotametru pentru gaze

3—157—82 Verificarea metrologică a debitmetrelor de tip rotametru pentru lichide

3—159—83 Verificarea metrologică a contoarelor de energie termică

3—160—88 Verificarea metrologică a traductoarelor pneumatice de diferență de presiune

3—161—83 Verificarea metrologică a traductoarelor electronice de diferență de presiune

3—162—88 Verificarea metrologică dimensională a traductoarelor primare cu diafragmă

3—170—88 Verificarea metrologică a instalațiilor etalon folosite la verificarea anemometrelor

3—171—88 Verificarea metrologică a anemometrelor

3—172—88 Verificarea metrologică a instalțiilor etalon utilizate la verificarea debitmetrelor cu lichide

3—173—88 Verificarea metrologică a debitmetrelor electromagnetice

3—174—88 Verificarea metrologică a instalațiilor etalon volumetrice utilizate la verificarea cu lichide a debitmetrelor

3—175—88 Verificarea metrologică a anemometrelor etalon

3—176—88 Verificarea metrologică a tunelurilor aerodinamice mobile folosite la verificarea anemometrelor de lucru

3—177—88 Verificarea metrologică a lanțurilor electronice pentru măsurarea diferenței de presiune, presiunii relative și temperaturii

3—178—90 Verificarea metrologică a canalelor de măsurare a debitelor de apă în sistemele de curgere cu nivel liber

7. TIMP FRECVENȚE

1—171—87 Verificarea metrologică a cronometrelor mecanice

1—175—87 Verificarea metrologică a cronometrelor electrice

1—176—82 Verificarea metrologică a ceasornicelor pentru impulsuri de tact din telecomunicații

1—177—83 Verificarea metrologică a cronometrelor de marină
1—178—83 Verificarea metrologică a ceasornicelor programatoare pentru contoare electrice
1—182—87 Verificarea metrologică a cronometrelor digitale
1—184—88 Verificarea metrologică a aparatelor de verificat ceasornice
1—188—90 Verificarea metrologică a aparatelor de măsurat timpul utilizate în întrecerile sportive
2—01—85 Verificarea metrologică a generatoarelor de funcţii
2—03—87 Verificarea metrologică a frecvenţmetrelor de audiofrecvenţă
2—05—90 Verificarea metrologică a frecvenţmetrelor digitale şi cronometrelor
2—10—88 Verificarea metrologică a generatoarelor de impulsuri
2—11—88 Verificarea metrologică a generatoarelor de semnale cu cuarţ
2—12—90 Verificarea metrologică a generatoarelor de radiofrecvenţă peste 300 MHz
2—23—90 Verificarea metrologică a convertoarelor de frecvenţă
2—24—90 Verificarea metrologică a orologiilor cu cuarţ
2—02—77 Verificarea metrologică a generatoarelor de audiofrecvenţă
2—04—77 Verificarea metrologică a distorsiometrelor armonice de audiofrecvenţă
2—06—76 Verificarea metrologică a generatoarelor de radiofrecvenţă cuprinsă între 1 kHz . . .300 MHz
2—07—77 Verificarea metrologică a receptoarelor de perturbaţii radio în domeniul 0,15 . . .30 MHz
2—08—72 Verificarea receptoarelor pentru măsurarea perturbaţiilor radio 30 . . .10000MHz
2—09—77 Verificarea metrologică a wattmetrelor la frecvenţe înalte

8. MĂRIMI CINEMATICE

1—172—87 Verificarea metrologică a tahometrelor mecanice
1—173—87 Verificarea metrologică a aparatelor de taxat spaţiul şi timpul — taximetre — la autovehicule taxi
1—174—87 Verificarea metrologică a vitezometrelor electro-mecanice pentru autovehicule
1—179—83 Verificarea metrologică a aparatelor de măsurat avansul şi turaţia la autovehicule
1—180—86 Verificarea metrologică a dwelmetelor
1—181—87 Verificarea metrologică a tahometrelor electrice şi electronice
1—183—88 Verificarea metrologică a vitezometrelor industriale
1—185—88 Verificarea metrologică a traductoarelor de acceleraţie piezoelectrice
1—186—88 Verificarea metrologică a aparatelor de măsurat parametrii vibraţiei mecanice cu traductoare piezoelectrice de acceleraţie
1—187—88 Verificarea metrologică a instalaţiilor de verificat tahometre şi vitezometre
1—189—90 Verificarea metrologică a aparatelor mecanice de măsurat parametrii vibraţiei
1—190—90 Verificarea metrologică a vibrometrelor electronice

9. MĂRIMI ELECTRICE ŞI MAGNETICE

CURENT CONTINUU

4—01—83 Verificarea metrologică a şunturilor
4—02—90 Verificarea metrologică a voltmetrelor
4—03—83 Verificarea metrologică a elementelor normale
4—04—83 Verificarea metrologică a ohmmetrelor
4—05—90 Verificarea metrologică a ampermetrelor indicatoare şi înregistratoare
4—06—88 Verificarea metrologică a rezistoarelor măsură
4—07—88 Verificarea metrologică a rezistoarelor în decadă
4—08—88 Verificarea metrologică a punţilor de curent continuu
4—09—80 Verificarea metrologică a divizoarelor de tensiune rezistive
4—10—77 Verificarea metrologică a galvanometrelor de curent continuu
4—11—90 Verificarea metrologică a compensatoarelor de curent continuu
4—12—77 Verificarea metrologică a aparatelor pentru măsurarea rezistenţelor mari
4—13—88 Verificarea metrologică a punţilor pentru cabluri
4—14—88 Verificarea metrologică a calibratoarelor de tensiune continuă
4—15—90 Verificarea metrologică a indicatoarelor de nul electrice de c.c, fabricaţie INM
4—16—90 Verificarea metrologică a aparatelor electronice cu afişare numerică (digitală) pentru măsurat tensiuni, curenţi, rezistenţe în curent continuu (multimetre digitale).

CURENT ALTERNATIV

4—26—76	Verificarea metrologică a transformatoarelor de curent
4—27—76	Verificarea metrologică a transformatoarelor de tensiune
4—28—83	Verificarea metrologică a catometrelor
4—29—90	Verificarea metrologică a transformatoarelor cleşte cu ampermetru
4—30—76	Verificarea metrologică a wattmetrelor şi varmetrelor
4—31—90	Verificarea metrologică a condensatoarelor de măsurare şi a condensatoarelor în decade
4—32—82	Verificarea metrologică a *Q*-metrelor
4—33—83	Verificarea metrologică a contoarelor de energie electrică
4—34—76	Verificarea metrologică a instalaţiilor de verificat transformatoare de măsură
4—35—77	Verificarea metrologică a galvanometrelor magnetice cu vibraţii
4—36—90	Verificarea metrologică a punţilor Scherring
4—37—83	Verificarea metrologică a voltmetrelor electronice
4—38—90	Verificarea metrologică a punţilor RLC şi a accesoriilor lor
4—39—90	Verificarea metrologică a instalaţiilor de verificat contoare de energie electrică
4—40—77	Verificarea metrologică a adaptoarelor de tensiune (rezistenţă-curent)
4—41—72	Verificarea metrologică a compensatoarelor de curent alternativ
4—42—72	Verificarea metrologică a transformatoarelor etalon de curent
4—43—72	Verificarea metrologică a fazmetrelor şi cosfimetrelor
4—44—83	Verificarea metrologică a fazmetrelor (cosfimetrelor) la frecvenţe între 100 Hz şi 10 000 Hz
4—45—72	Verificarea metrologică a transformatoarelor etalon de tensiune
4—46—74	Verificarea metrologică a contoarelor etalon de energie electrică
4—47—72	Verificarea metrologică a comparatoarelor curent alternativ — curent continuu termoelectrice
4—48—90	Verificarea metrologică a voltmetrelor digitale de curent continuu
4—49—82	Verificarea metrologică a indicatoarelor de nul electronice de curent alternativ, 20 Hz...20 kHz
4—50—82	Verificarea metrologică a divizoarelor inductive de tensiune
4—51—83	Verificarea metrologică a convertizoarelor monofazate de putere activă
4—52—83	Verificarea metrologică a convertizoarelor trifazate de putere activă şi a wattmetrelor trifazate etalon
4—53—83	Verificarea metrologică a însumatoarelor şi a înregistratoarelor de energie electrică
4—54—83	Verificarea metrologică a instalaţiilor specializate pentru verificarea de lot şi reglarea contoarelor monofazate
4—57—83	Verificarea metrologică a capacimetrelor
4—60—83	Verificarea metrologică a bobinelor şi a cutiilor de inductanţă
4—63—83	Verificarea metrologică a instalaţiilor pentru determinarea raportului de transformare la transformatoare de putere
4—64—83	Verificarea metrologică a osciloscoapelor
4—65—83	Verificarea metrologică a punţilor şi impedanţmetrelor de frecvenţe înalte
4—66—83	Verificarea metrologică a tranzistometrelor
4—67—86	Verificarea metrologică a modulometrelor
4—68—86	Verificarea metrologică a liniilor de măsurare coaxiale pentru frecvenţe înalte

MAGNETISM

4—76—76	Verificarea metrologică a fluxmetrelor cu traductor de tip inductiv
4—77—74	Verificarea metrologică a instalaţiilor Epstein cu cadru de 50 cm şi 25 cm
4—78—76	Verificarea metrologică a etaloanelor de flux magnetic (inductori mutuali)
4—79—76	Verificarea metrologică a permeametrelor
4—80—75	Verificarea metrologică a variometrelor magnetice de teren, tip balanţă magnetică
4—81—90	Verificarea metrologică a aparatelor pentru măsurarea intensităţii cîmpului magnetic şi a inducţiei magnetice în aer
4—82—74	Verificarea metrologică a instalaţiilor de măsurat magnetice de tipul ferometrelor şi vectormetrelor

AUTOMATIZĂRI

4—91—90	Verificarea metrologică a indicatoarelor tip compensator şi punte cu autoechilibrare
4—92—90	Verificarea metrologică a elementului adaptor pentru detector de pH

4—93—90	Verificarea metrologică adaptoarelor pentru detectorul de conductivitate
4—94—90	Verificarea metrologică elementului convertor de tensiune-curent
4—95—77	Verificarea metrologică elementului convertor de semnale unificate
4—96—77	Verificarea metrologică elementelor de înmulţire şi/sau împărţire
4—97—86	Verificarea metrologică elementului integrator de rădăcină pătrată şi a integratorului liniar
4—98—86	Verificarea metrologică înregistratoarelor tip punte sau compensator cu autoechilibrare
4—99—78	Verificarea metrologică a elementului de substituire
4—100—78	Verificarea metrologică a elementului pentru reglat mărimea de referinţă
4—101—78	Verificarea metrologică a elementului pentru comandă manuală
4—102—78	Verificarea metrologică a elementului de adunare-scădere
4—103—78	Verificarea metrologică a elementului de fixare a raportului
4—104—78	Verificarea metrologică a elementului pentru limitarea semnalelor
4—105—78	Verificarea metrologică a elementului de extragere a rădăcinii pătrate
4—106—80	Verificarea metrologică a elementului de programare continuă şi discontinuă
4—107—80	Verificarea metrologică a elementului compensator de temperatură
4—108—80	Verificarea metrologică a adaptorului pentru detectorul electromagnetic de debit
4—109—80	Verificarea metrologică a elementului regulator bipoziţional
4—110—80	Verificarea metrologică a regulatorului bipoziţional în mai multe puncte
4—111—80	Verificarea metrologică a elementului regulator tripoziţional
4—112—89	Verificarea metrologică a elementului convertor rezistenţă-curent
4—113—80	Verificarea metrologică a adaptorului echipamentului pentru cîntărire buncăre şi platforme
4—114—80	Verificarea metrologică a indicatorului numeric de temperatură sau alte mărim
4—115—82	Verificarea metrologică a înregistratoarelor pneumatice continue
4—116—82	Verificarea metrologică a elementelor pneumatice de calcul
4—117—82	Verificarea metrologică a adaptorului pentru detectorul de O_2 în apă
4—118—82	Verificarea metrologică a adaptorului pentru detectorul de cianuri
4—119—82	Verificarea metrologică a integratoarelor pneumatice
4—120—82	Verificarea metrologică a indicatoarelor pneumatice de abateri
4—121—83	Verificarea metrologică a surselor individuale şi multiple cu izolare galvanică pentru alimentarea traductoarelor electronice care funcţionează în conexiune bifilară
4—122—83	Verificarea metrologică a generatoarelor pneumatice de funcţii
4—123—86	Verificarea metrologică a modulului selector de semnale (din sistemul automat electronic unificat)
4—124—86	Verificarea metrologică a modulului de semnalizare ieşire din limite (din sistemul automat electronic unificat)
4—125—86	Verificarea metrologică a elementelor de automatizare pneumatică. Aparate pentru fixarea raportului cu prescriere manuală a raportului
4—126—86	Verificarea metrologică a elementelor de automatizare pneumatică. Aparate pentru fixarea raportului cu prescriere pneumatică a raportului
4—127—86	Verificarea metrologică a programatorului analogic
	Verificarea metrologică a simulatoarelor de termorezistenţă
4—128—86	Verificarea metrologică a aparatelor de comandă şi indicare
4—129—86	Verificarea metrologică a aparatelor de comandă şi indicarea abaterii
4—130—87	Verificarea metrologică a aparatelor pneumatice pentru reglarea manuală
4—131—87	Verificarea metrologică a programatoarelor pneumatice
4—132—87	Verificarea metrologică a modulului adaptor potenţiometru-tensiune
4—133—88	Verificarea metrologică a aparatelor pneumatice de comutare manuală
4—134—88	Verificarea metrologică a aparatelor de telecomandă
4—135—88	Verificarea metrologică a modulului de repartiţie sincronă
4—136—88	Verificarea metrologică a programatorului analogic cu microprocesor
4—137—92	Verificarea metrologică a lanţurilor de măsurare din 5 A.M
4—138—92	Verificarea metrologică a simulatoarelor de termocuplu
4—139—92	Verificarea metrologică a simulatoarelor de conductivitate

10. MĂRIMI TERMICE

TEMPERATURI

5—01—72 Verificarea metrologică a termometrelor terapeutice
5—02—90 Verificarea metrologică a termometrelor maximale medicale și veterinare
5—03—90 Verificarea metrologică a termometrelor de sticlă cu lichid
5—04—86 Verificarea metrologică a termometrelor manometrice
5—05—88 Verificarea metrologică a termocuplelor tehnice
5—06—87 Verificarea metrologică a pirometrelor de radiație totală
5—07—88 Verificarea metrologică a termometrelor tehnice cu rezistență electrică
5—08—87 Verificarea metrologică a pirometrelor și micropirometrelor optice monocromatice cu dispariția filamentului
5—09—86 Verificarea metrologică a termometrelor metalice
5—11—82 Verificarea metrologică a logometrelor magnetoelectrice indicatoare de temperatură
5—12—82 Verificarea metrologică a cablurilor de prelungire a termocuplurilor
5—13—82 Verificarea metrologică a milivoltmetrelor indicatoare pentru termocupluri
5—14—82 Verificarea metrologică a ansamblului termocuplu-milivoltmetru magnetoelectric indicator
5—15—82 Verificarea metrologică a ansamblului termocuplu-milivoltmetru destinată măsurării temperaturii suprafețelor solide
5—16—82 Verificarea metrologică a punților de compensarea influenței variației temperaturii sudurii reci la termocuplu
5—18—83 Etalonarea metrologică a termometrelor de sticlă etalon cu mercur
5—19—88 Etalonarea metrologică a termocuplurilor PtRt—Pt etalon
5—20—72 Verificarea metrologică și etalonarea termometrelor etalon cu rezistență de platină
5—21—90 Verificarea metrologică a pirometrelor de culoare
5—22—75 Verificarea metrologică a termometrelor Beckmann
5—23—75 Verificarea metrologică a pirometrelor fotoelectrice
5—24—77 Verificarea metrologică a termocuplelor PtRt 30%—PtRt 6%
5—25—80 Verificarea metrologică a termometrelor cu contacte electrice

CALORIMETRIE

5—26—83 Verificarea metrologică a conductivității termice a materialelor izolante
5—27—85 Verificarea metrologică a instalațiilor puterii calorifice a combustibililor solizi și lichizi
5—28—86 Verificarea metrologică a instalațiilor puterii calorifice a combustibililor gazoși
5—29—88 Verificarea metrologică a instalațiilor radiometrice pentru determinarea puterii calorifice a combustibililor solizi tip AWQC—3
5—30—90 Verificarea și etalonarea metrologică a instalațiilor adiabatice pentru măsurarea puterii calorifice a combustibililor solizi și lichizi
5—31—90 Verificarea metrologică a instalațiilor pentru măsurarea continuă a puterii calorifice

11. MĂRIMI OPTICE

6—01—90 Verificarea metrologică a luxmetrelor
6—02—72 Verificarea metrologică și calibrarea aparatelor pentru reglarea farurilor auto tip ARFA—1
6—05—90 Etalonarea metrologică a plăcilor etalon de grad de alb
6—12—90 Etalonarea metrologică a lămpilor fotometrice de intensitate luminoasă
6—14—90 Verificarea metrologică a exponometrelor fotoelectrice
6—16—90 Etalonarea metrologică a lămpilor fotometrice de temperatură, de culoare
6—19—90 Etalonarea metrologică a plăcilor etalon de factor spectral de reflexie și de factor global de reflexie în vizibil în geometrie $0/\dot{a}$, $d/0$ și d/d
6—20—90 Verificarea metrologică a spectrofotometrelor de factor spectral și global de reflexie în vizibil
6—25—90 Verificarea metrologică a luminanțmetrelor
6—36—88 Verificarea metrologică a microfotometrelor
6—37—90 Verificarea metrologică și etalonarea radiatoarelor integrale etalon de lucru de radianță în intervalul de temperatură 500 . . .1100 K
6—38—90 Verificarea filtrelor etalon de factor spectral de transmisie în vizibil
6—39—90 Verificarea metrologică a powermetrelor pentru laseri

12. MĂRIMI ACUSTICE

7—01—87	Verificarea metrologică a audiometrelor tonale
7—02—88	Verificarea metrologică a mijloacelor de măsurare a nivelului presiunii sonore
7—03—82	Verificarea metrologică a mijloacelor de măsurare a nivelului presiunii sonore în impulsuri
7—04—82	Verificarea metrologică a dozimetrelor de zgomot
7—05—90	Verificarea metrologică a microfoanelor
7—07—90	Verificarea metrologică a seturilor de filtre octavă
7—08—82	Verificarea metrologică a aparatelor de detectare a defectelor cu ultrasunete
7—09—90	Verificarea metrologică a filtrelor treime octavă
7—10—83	Verificarea metrologică a analizoarelor de frecvență
7—12—83	Etalonarea metrologică în presiune prin metoda reciprocă simplificată a microfoanelor condensator de 1 inch
7—13—86	Etalonarea metrologică a microfoanelor condensator de 1 inch, în presiune prin metoda reciprocității
7—14—86	Verificarea metrologică a spectrometrelor de frecvență
7—15—86	Verificarea metrologică a surselor de zgomot etalon
7—16—86	Etalonarea metrologică a microfoanelor de 1 inch prin metoda simplificată a reciprocității
7—17—86	Verificarea metrologică a analizatoarelor heterodină
7—18—87	Verificarea metrologică a mijloacelor de măsurare a nivelului presiunii sonore cu analizor octavă
7—19—87	Verificarea metrologică a aparatelor de calibrare a microfoanelor prin metoda recipricității
7—20—88	Verificarea metrologică a seturilor de filtre octavă și 1/3 octavă cu afișare digitală
7—21—88	Verificarea metrologică a analizoarelor spectrale în octavă și 1/3 octavă.

13. MĂRIMI FIZICO-CHIMICE

8—01—82	Folosirea alcoolmetrelor și a tabelelor alcoolmetrice
8—02—86	Verificarea metrologică a vîscozimetrelor de sticlă cu tub capilar
8—02*a*—86	Verificarea metrologică a vîscozimetrelor cu bilă căzătoare în tub înclinat (tip Höppler)
8—03—82	Verificarea metrologică a cuplelor vîscozimetrice
8—04—76	Verificarea metrologică a umidometrelor rezistive pentru material lemnos
8—05—90	Verificarea metrologică a explozimetrelor
8—06—82	Verificarea metrologică a conductometrelor
8—07—80	Verificarea metrologică a vîscozimetrelor cu corp rotitor
8—08—80	Verificarea metrologică a ebuliometrelor
8—09—80	Verificarea metrologică a areometrelor
8—10—80	Verificarea metrologică a pH-metrelor
8—11—82	Verificarea metrologică a refractrometrelor de imersie de laborator
8—12—86	Verificarea metrologică a reovîscozimetrelor Höppler
8—13—86	Verificarea metrologică a gazanalizatoarelor CO_2
8—14—86	Verificarea metrologică a balanțelor Mohr-Westphal
8—15—87	Verificarea metrologică a gazeromatografelor dotate cu detectori termoconductometrici și/sau cu ionizare în flacără
8—16—86	Verificarea metrologică a pH-metrelor
8—17—87	Verificarea metrologică a redoxmetrelor
8—18—87	Verificarea metrologică a refractrometrelor de laborator
8—19—88	Verificarea metrologică a analizatoarelor de oxigen
8—20—88	Verificarea metrologică a vîscozimetrelor Engler
8—21—88	Verificarea metrologică a polarimetrelor
8—22—88	Verificarea metrologică a gamadensimetrelor cu transmisia radiației
8—23—88	Verificarea metrologică a higrometrelor mecanice
8—24—88	Verificarea metrologică a psihometrelor cu aspirație
8—25—88	Verificarea metrologică a umidometrelor capacitive pentru semințe agricole
8—26—88	Verificarea metrologică a zaharimetrelor polarimetrice
8—27—90	Verificarea metrologică a gaz-cromatografelor de proces dotate cu detectori de conductibilitate termică și/sau cu ionizare flacără

8—29—90	Metodologia de autorizare a laboratoarelor specializate pentru prepararea amestecurilor de gaze (vapori) și certificarea acestora ca etaloane de concentrație de gaze (normă experimentală)
8—30—90	Verificarea metrologică a analizatoarelor I.R. pentru măsurarea concentrației de deuteriu în apă în intervalul (0...5000) ppm D/(D + H)
8—31—90	Etalonarea metodei de verificare a refractometrelor de proces
8—32—90	Verificarea metrologică a pH-metrelor și a electrozilor de pH

SPECTROMETRIE

9—01—88	Verificarea metrologică a spectrofotometrelor de absorbție moleculară în ultraviolet și vizibil
9—02—90	Evaluarea și prelucrarea statistică a rezultatelor determinărilor efectuate de laboratoarele participante la analiză pentru atestarea mostrelor etalon
9—03—87	Metodologia și documentația de atestare a mostrelor etalon de compoziție chimică
9—04—88	Verificarea metrologică a spectrometrelor automate cu emisie optică și prin fluorescența razelor X folosite la măsurarea compoziției chimice elementare pe probe solide sub formă de monolit
9—05—87	Verificarea metrologică a spectrofotometrelor cu absorbție atomică
9—06—87	Verificarea metrologică a spectrometrelor de masă pentru deuteriu și O_2
9—07—90	Verificarea metrologică a spectrofotometrelor cu flacără
9—08—90	Verificarea metrologică a analizoarelor automate de sulf-carbon în oțeluri
9—09—90	Verificarea metrologică a analizoarelor automate de azot-oxigen
9—10—90	Verificarea metrologică a spectrometrelor automate de fluorescență de raze X

14. MĂRIMI SPECIFICE RADIAȚIILOR IONIZANTE

10—01—86	Verificarea metrologică a expozimetrelor și a debitmetrelor de expunere
10—02—75	Verificarea metrologică a radiometrelor
10—03—75	Etalonarea surselor beta prin metoda contorului proporțional 4π cu circulație de gaz
10—04—90	Verificarea metrologică a dozimetrelor și debitmetrelor de radiații X și gama
10—05—88	Verificarea metrologică a dozimetrelor de buzunar (stilodozimetre)
10—06—82	Verificarea metrologică a avertizoarelor de radiații X și gama
10—07—82	Verificarea metrologică a sistemelor spectrometrice pentru radiații α, β, γ cu detectoare de rezoluție joasă
10—08—82	Verificarea metrologică a instalațiilor de măsurare cu scintilatori lichizi și schimbare automată a probelor
10—09—82	Verificarea metrologică a numărătoarelor de particule
10—10—83	Etalonarea metrologică a surselor de radiații beta și gama prin metoda coincidențelor
10—11—83	Verificarea și etalonarea metrologică a instalațiilor de etalonare a radionuclizilor
10—12—90	Etalonarea metrologică a generatoarelor de radiații X
10—13—83	Etalonarea metrologică a sistemelor spectrometrice de înaltă rezoluție
10—14—83	Etalonarea surselor de radiații alfa prin metoda camerei de ionizare cu presiune și grilă
10—15—86	Etalonarea metrologică a densității fluxurilor de neutroni termici prin metoda activării foițelor de aur
10—16—86	Verificarea metrologică a instalațiilor de măsurare a surselor α, β, γ
10—17—86	Verificarea metrologică a instalațiilor de măsurare a activității volumetrice a aerosolilor și gazelor radioactive
10—18—87	Verificarea metrologică a sistemelor dozimetrice termoluminiscente
10—19—88	Verificarea metrologică a contaminometrelor ALFA-BETA de suprafață
10—20—90	Verificarea metrologică a dozimetrelor și debitmetrelor de radiații beta
10—21—90	Etalonarea metrologică a surselor de neuroni prin metoda băii mangan
10—22—90	Verificarea metrologică a debitmetrelor pentru neutroni termici și a avertizoarelor de radiații pentru neutroni termici

Cuprinsul revistei "Metrologie„ nr. 1 — 4/1992

Autori	Titlul articolelor	Nr. rev.	Pagini
Ion Florin Crețu și *Elena Bordescu*	Unele aspecte ale sistemelor automate de măsurare (I)	1	2—4
Vasile Petrescu și *Lucian Peia*	Aparate de măsurat presiunea arterială: principii, metode, control metrologic (I)	1	4—11
Dan Stoiciu	Metodă de calcul al frecvenței maxime a detectoarelor de vîrf numerice	1	11—15
Ion Florin Crețu și *Elena Bordescu*	Unele aspecte ale sistemelor automate de măsurare (II)	2	34—36
Georg Gutt, Sonia Gutt și *Hermann Wulfmeyer*	Procedee și aparate portabile pentru încercarea de duritate în regim dinamic	2	36—42
Anca Niculescu	Etaloane de timp și de frecvență: caracteristici, metode de comparare, acces	2	42—45
Sanda Manițiu	Aspecte ale dozimetriei radiațiilor X și gama, aplicată în radioprotecție	2	45—54
Nicolae Fântânaru	Banda de erori a valorilor măsurate cu traductoare de forță	3	66—70
Georg Gutt, Hermann Wulfmeyer, Sonia Gutt	Durimetru electronic portabil cu sarcini dinamice mici	3	70—76
Răzvan Stănescu, Corneliu Dragomir, Radu Drăguș	Interfață cu semnal unificat cu separare galvanică	3	76—79
Miranda Naforniță și *Ioan Naforniță*	Algoritm de calcul al puterii reactive în timp real	3	79—84
Lang Tran Tien	Instrumentație asociată cu calculatorul personal: un nou concept în domeniul măsurării	4	98—101
Nicolae Fântânaru:	Justețea valorilor măsurate cu traductoare de forță	4	102—106
Adrian Budura	Metode de investigație a distribuției amplitudinilor de oscilație pe suprafața unui cristal de cuarț în tăietură AT, utilizate în proiectarea senzorilor	4	106—110
Constantin Barbu	Contravenții la dispozițiile legale privind activitatea de metrologie	4	110—113

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1883

INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE

execută, pe bază de contract sau comandă fermă

SERVICII TEHNICO-ȘTIINȚIFICE:

- Mostre etalon de duritate și de microduritate
- Vacuummetre cu compresie, de presiune absolut joasă
- Manometre cu piston și greutăți (1 bar)
- Elemente normale (Weston) saturate și nesaturate
- Rezistivimetre pentru semiconductoare (inclusiv automatizate)
- Transformatoare etalon de curent și de tensiune (inclusiv tipuri speciale, orice performanțe)
- Testere de ceasornice (mecanice, electronice)
- Instalații pentru măsurarea caracteristicilor magnetice ale tablei electrotehnice
- Celule pentru punctul triplu al apei (+ 0,01 °C)
- Termorezistoare și termocupluri cu utilizări speciale
- Instalații cuptor cvasinegru pentru etalonări de pirometre de radiație
- Pirometre de radiație (700...1300 °C și 900...1600 °C)
- Substanțe — măsură (solide, gaze, etalon de putere calorifică)
- Radiatoare cvasiintegrale la temperatură variabilă (100...800 °C), cu un set de aperturi schimbabile
- Lămpi spectrale etalon de lungime de undă (200...1100 nm)
- Termobaterii cu 8; 24 și 40 perechi de joncțiuni
- Plăci etalon de factor spectral de reflexie și de radianță
- Substanțe — măsură (lichide) etalon de: vîscozitate; extincție zecimală; indice de refracție; concentrație a elementelor chimice (pentru spectrofotometria de absorbție atomică); conductivitate electrolitică; pH etc.
- Substanțe — măsură etalon de concentrație de gaze
- Senzori de umiditate a gazelor (higristoare)
- Celule de conductivitate electrolitică
- Simulatoare de traductoare (termorezistoare; termocupluri; senzori de conductivitate; senzori de pH etc.) pentru efectuarea de verificări în sisteme de automatizare

BUCUREȘTI, 75669, Sos. Vitan-Bîrzești, nr. 11 Tel: 34.35.20;
Fax: 34.65.85; Telex: 11871 inmb r